



**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Commissione Scientifica Nazionale II  
Riunione dell'8-10 Aprile 2013  
(verbale n. 03/2013)**

**I GIORNATA - 08.04.2013**

Il giorno 8 Aprile 2013, lunedì, alle ore 10:00 nell'aula Angelo Marino (Edificio N.50 I piano) del Centro ENEA, Via Enrico Fermi, 45 -FRASCATI si è riunita la Commissione Scientifica Nazionale II.

**Sono presenti i Componenti la Commissione:**

- **R.BATTISTON** Presidente
- A.MASIERO Giunta Esecutiva
- N.MAZZIOTTA Coordinatore Sezione di Bari
- M.SPURIO Coordinatore Sezione di Bologna
- R.CARUSO Coordinatore Sezione di Catania
- B.RICCI Coordinatore Sezione di Ferrara
- R.STANGA Coordinatore Sezione di Firenze
- M.PALLAVICINI Coordinatore Sezione di Genova
- I.DE MITRI Coordinatore Sezione di Lecce
- A.PAOLONI Coordinatore Laboratori Nazionali di Frascati
- L.PANDOLA Coordinatore Laboratori Nazionali del Gran Sasso
- G.RUOSO Coordinatore Laboratori Nazionali di Legnaro
- P.SAPIENZA Coordinatore Laboratori Nazionali del Sud
- C.BROFFERIO Coordinatore Sezione di Milano Bicocca
- R.DE ROSA Coordinatore Sezione di Napoli
- A.GARFAGNINI Coordinatore Sezione di Padova
- G.L.RASELLI Coordinatore Sezione di Pavia
- B.BERTUCCI Coordinatore Sezione di Perugia
- A.DI VIRGILIO Coordinatore Sezione di Pisa

- A.INCICCHITTI Coordinatore Sezione di Roma
- P.L.BELLI Coordinatore Sezione di Roma 2
- S.MARI Coordinatore Sezione di Roma 3
- R.MUSSA Coordinatore Sezione di Torino (in sostituzione di M.BERTAINA)
- M.BOEZIO Coordinatore Sezione di Trieste
- A.FANTINI Osservatore di Commissione III in Commissione II
- N.RANDAZZO Osservatore di Commissione V in Commissione II
- L.UBALDINI Segreteria Commissione

**Sono assenti:** M.BERTAINA (Coordinatore Sezione di Torino), A.ZANETTI (Osservatore di CSNI in CSNII), F.VISSANI (Osservatore di CSN IV in CSN II).

**Presenti a parte alla Riunione:** G.Ambrosi, M.Bassan, G.Bellini, C.Broggini, A.Capone, E.Coccia, O.Cremonesi, S.Davini, M.De Domenico (in videoconferenza), G.De Lellis, S.Dell'Agnello, F.Ferroni, C.Galbiati, U.Gastaldi, A.Guglielmi, D.Martello, C.Montanari, M.Morganti, A.Morselli, M.T.Muciaccia, P.Natoli, A.Ortolan, P.G.Picozza, A.Pullia, S.Ragazzi, F.Ricci, M.Ricci, M.Roncadelli, F.Ronga, G.Rosa, S.Simone.

Presiede la seduta il Presidente, Prof. R.Battiston.

Assume le funzioni di Segretario verbalizzante la Dr.ssa R.Caruso.

## Agenda della Riunione

### Sessione Aperta - Ore 10:00 -19:10

1. Consegna del Premio Bruno Rossi 2012 per la migliore tesi di Dottorato di Ricerca in Fisica Astroparticellare ai vincitori Dottori M.De Domenico e S.Davini
  - Seminario del **Dr. Manlio De Domenico**
  - Seminario del **Dr. Stefano Davini**
2. Intervento del membro di Giunta **Antonio Masiero**
3. Relazione: *La cosmologia dopo Planck*  
Relatore: **Nazzareno Mandolesi (ASI)**
4. Relazione: *Stato e prospettive della ricerca degli Assioni e Axion-Like Particles*  
Relatore: **Marco Roncadelli (PV)**
5. Relazione: *Relazione sulla conferenza NEUTEL 2013*  
Relatore: **Alberto Garfagnini (PD)**
6. Relazione: *Relazione sui LNGS*  
Relatore: **Stefano Ragazzi (MI Bicocca)**
7. Relazione: *Borexino Phase II*  
Relatore: **Gianpaolo Bellini (MI)**
8. Relazione: *Attività preparatorie per il decommissioning di ICARUS*  
Relatore: **Gianluca Raselli (PD)**
9. Relazione: *Stato di CTF-RD-DARKSIDE*  
Relatore: **Cristiano Galbiati (Princeton University)**

10. Relazione: *Stato di CUORE*

Relatore: **Oliviero Cremonesi (MI Bicocca)**

11. Relazione: *Misure di precisione sull'andamento esponenziale del decadimento radioattivo*

Relatore: **Carlo Brogгинi (PD)**

Alle ore 10:00 si apre la Riunione di CSN II con il Punto 1. dell'Agenda:

## 1 *Consegna del Premio Bruno Rossi 2012 per le migliori Tesi di Dottorato di Ricerca in Fisica Astroparticellare*

### 1.1 *Seminario del Dr. Manlio De Domenico*

Alle ore 10:05 **Manlio De Domenico** dell'Università degli Studi di Catania ed ex-allievo della Scuola Superiore di Catania, ora presso l'Università di Tarragona (Spagna), in videoconferenza dalla Spagna, presenta il suo seminario (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della riunione odierna*) sul lavoro di Tesi di Dottorato dal titolo "*Propagation of UHECR and anisotropy studies with the Pierre Auger Observatory: the multiscale approach*".

Nella I parte De Domenico introduce l'argomento dei raggi cosmici di energia estrema (UHECR: Ultra High Energy Cosmic Rays) e l'Osservatorio Pierre Auger (PAO: Pierre Auger Observatory): i raggi cosmici primari di energia estrema sono nuclei di energia superiore ai  $10^{18}$  eV provenienti dallo spazio, probabilmente di origine extra-galattica ma le cui sorgenti sono ancora ignote, che colpiscono la Terra interagendo negli strati alti dell'atmosfera e dando origine a una cascata di particelle secondarie (EAS: Extensive Air Shower o Sciami Estesi in Aria). L'Osservatorio Pierre Auger, ubicato in Argentina a Malargüe su un altipiano a circa a 1500 m di altitudine, è il più grande Osservatorio al mondo di UHECR. Esso utilizza la tecnica ibrida per l'osservazione degli EAS ovvero l'uso congiunto e simultaneo di due tipi di rivelatori: il Rivelatore di Superficie, costituito da 1600 rivelatori Čerenkov ad acqua posti secondo una griglia regolare di passo 1.5 km su un territorio semi-desertico di  $3000 \text{ km}^2$ , e il Rivelatore di Fluorescenza, costituito da 24 telescopi di fluorescenza posti in gruppi di 6 lungo il perimetro della matrice di rivelatori a terra.

Le possibili sorgenti di UHECR sono classificate in base a due scenari: nello scenario *Top-Down*, oltre il Modello Standard, il decadimento di particelle relitto del Big Bang (monopoli magnetici, super-stringhe, difetti topologici, materia oscura super-pesante, Z bursts) di energia elevatissima ( $E \geq 10^{12} \text{ GeV}$ ) darebbe luogo ai raggi cosmici primari di energia estrema che oggi osserviamo; nello scenario *Bottom-Up* raggi cosmici prodotti da sorgenti astrofisiche extra-galattiche, quali Nuclei Galattici Attivi (AGN) o Radio-Galassie o Gamma-Ray Bursts (GRB) verrebbero accelerati alle energie oggi osservate in virtù di fenomeni con guadagno netto di energia nell'interazione delle particelle con campi elettromagnetici estremamente intensi (meccanismi di Fermi).

Nella II parte della presentazione, De Domenico illustra i metodi originali adoperati per lo studio e simulazione dei raggi cosmici primari di energia estrema nell'Universo. Egli ha ideato un codice di simulazione, denominato HERMES, che implementa un modello originale di propagazione degli UHECR nello spazio: ipotizzando distribuzione, spettro e composizione delle sorgenti primarie di raggi cosmici e usando in ingresso dati astrofisici (campi magnetici, distribuzione della materia, fondo di fotoni nell'Universo) e fisici (sezioni d'urto di interazione) produce a Terra lo spettro energetico, la composizione e la distribuzione angolare degli UHECR. Gli ingredienti principali della simulazione sono i campi magnetici galattici ed extra-galattici che le particelle incontrano nel loro viaggio dalla sorgente verso la Terra e l'effetto GZK, l'effetto per cui i raggi cosmici di energia estrema interagiscono con la Radiazione Cosmica di Fondo attraverso interazioni nucleari e produzione di particelle con perdita di energia, che richiede opportune simulazioni, nel lavoro appropriatamente modellizzate. HERMES è stato poi sottoposto al confronto con altri simulatori nel campo ottenendo risultati per la *probabilità di sopravvivenza*, definita come la probabilità di raggiungere la Terra al di sopra di una fissata energia, e l'*orizzonte GZK*, definito come la distanza entro la quale al 90 % di livello di confidenza gli UHECR raggiungono la Terra al di sopra di una data soglia energetica, sia per protoni che per ferri, che sono in ottimo accordo con quelli noti con gli altri simulatori.

In secondo luogo, De Domenico ha sviluppato un metodo per l'esplorazione di clustering di eventi di raggi cosmici di energia estrema.

Il problema è stato affrontato con un nuovo metodo originale denominato *Approccio Multiscala* che consiste essenzialmente nel suddividere il cielo osservato in un reticolo di celle di uguale area, dove il numero di celle definisce la scala angolare dell'analisi, e calcolando il numero di eventi che cadono in ciascuna cella. La deviazione globale della direzione di arrivo dei UHECR dall'isotropia fa uso della divergenza di Kullback-Leibler e introduce una funzione di autocorrelazione multiscala (*Multiscale Autocorrelation Function*) che consente di rivelare il clustering nei dati persino in presenza di un piccolo numero di eventi o in presenza di una forte contaminazione di fondo. Nella II parte De Domenico descrive il contributo originale apportato alla fisica dell'esperimento Auger utilizzando gli strumenti di calcolo e i modelli ideati testé descritti. In particolare la risposta sulle predizioni delle sorgenti candidate confrontando i risultati ottenuti utilizzando il simulatore HERMES con i dati di tre cataloghi di sorgenti astrofisiche note: 2MRS, mappa di distribuzione di galassie e materia oscura dell'Universo locale con redshift medio  $z = 0.03$ , SMBH2011, il più completo catalogo di buchi neri oggi esistente, e SWIFT58, il più sensibile e uniforme mappa di raggi X duri di tutto il cielo che somma 1092 sorgenti astrofisiche, e infine con i dati dell'Osservatorio Pierre Auger. De Domenico ha condotto il suo studio su un campione di eventi reali del PAO misurati in 7 anni di presa dati (da giugno 2004 a settembre 2011). L'analisi dipende molto dalla densità delle sorgenti, dalla composizione in massa dei raggi cosmici, da molte delle assunzione fatte e dai differenti scenari astrofisici adottati ma tutte le simulazioni si trovano in accordo con un alto flusso di UHECR proveniente da CenA, il Nucleo Galattico Attivo più vicino alla Terra.

Nell'ultima parte della presentazione, De Domenico discute la strategia adottata per porre dei limiti alla densità di sorgenti (ignote) di UHECR adoperando l'Approccio Multiscala a studi di clustering con scenari simulati accurati. Da questa analisi deriva che i limiti inferiori sulla densità delle sorgenti per i dati dell'Osservatorio Pierre Auger escludono molte delle possibili sorgenti ipotizzate in letteratura e ammettono sorgenti candidate gli AGN, i GRB e i dead quasar. Infine egli ha analizzato la possibilità che Buchi Neri Super Massivi possano essere sorgenti di UHECR in base al meccanismo Blandford-Znajek ipotizzato nel 1977, un meccanismo che prevede estrazione di energia da un buco nero in rotazione, concludendo che Buchi Neri con masse tra  $10^{7.3} \div 10^{8.7}$  masse solari sono sorgenti candidate di protoni di energia tra  $60 \div 80 EeV$  osservati a Terra.

### *Discussione*

Il **Presidente Battiston** chiede a De Domenico di approfondire l'ipotesi che i buchi neri siano sorgenti di raggi cosmici di altissima energia. De Domenico cita un lavoro recente [S.A.Colgate, H.Li, C.R. Physique 5 (2004)] in base al quale l'asse di simmetria intorno al quale i Buchi Neri Super Massivi ruotano può risultare allineato con la direzione di un campo elettromagnetico estremamente intenso che consentirebbe l'accelerazione di protoni fino ad energie di  $10^{23}$  eV e ove si dimostra, mediante argomentazioni teoriche, che la perdita di energia dei protoni in questa prima fase non è elevata e quindi non è improbabile che le particelle possano sfuggire ai buchi neri con energie al di sopra di  $10^{21}$  eV. De Domenico dichiara che nella fase finale del proprio lavoro di tesi di dottorato aveva iniziato a verificare la correlazione degli eventi di UHECR ricostruiti dall'Osservatorio Auger e i buchi neri conosciuti trovando in un'analisi molto preliminare una buona correlazione, superiore al 90 % di livello di confidenza.

Il **Presidente Ferroni** interviene dichiarando che il meccanismo descritto è molto difficile da concepire, a suo parere o i protoni vengono prodotti nei Buchi Neri e quindi vengono "risucchiati" o provengono da altrove ad energie elevate e ricevono un guadagno di energia nella regione del campo magnetico intorno all'asse di rotazione dei Buchi Neri e allora si chiede da dove possano provenire con energie così alte e soprattutto perché non vengano comunque risucchiati dal Buco Nero.

De Domenico dichiara di non conoscere tutti i dettagli del modello in cui si afferma tuttavia che c'è una possibilità non nulla che i protoni possano sfuggire ai campi e.m. e gravitazionali dei Buchi Neri.

Il **Presidente Battiston** domanda quale ruolo De Domenico ricopra attualmente in Spagna e De Domenico risponde di aver lasciato l'Italia in mancanza di opportunità nel campo della ricerca in fisica e che sta svolgendo ora un Post-Doc presso il Dipartimento di Computer Science dell'Università di Tarragona.

Il **Presidente Ferroni** consegna virtualmente il Premio Bruno Rossi al Dr.Manlio De Domenico, ringraziandolo, e la Commissione applaude.

## 1.2 Seminario del Dr. Stefano Davini

Alle ore 10:45 **Stefano Davini** dell'Università degli Studi di Genova, ora presso l'Università di Houston (USA), presenta il seminario (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della riunione odierna*) sul proprio lavoro di Tesi di Dottorato dal titolo: “*Measurement of the pep and CNO solar neutrino interaction rates in Borexino*”.

Nella I parte Davini introduce l'argomento dei neutrini solari ricordando in primis come avviene la produzione di energia nel Sole attraverso la catena pp, il meccanismo dominante (99% di energia) e il ciclo CNO, che costituisce il contributo minore (< 1%) e il flusso e lo spettro di neutrini solari calcolato nel Modello Solare Standard. Ricorda che il Sole produce neutrini elettronici e che la rivelazione è possibile mediante tre processi fondamentali: il decadimento  $\beta$  inverso su protoni o nuclei, la diffusione elastica su nuclei e la diffusione elastica su elettroni. Riporta poi brevemente la storia degli esperimenti per la rivelazione dei neutrini solari: negli anni '70-'80, l'esperimento radio-chimico Homestake (R.Davies) sfruttò la reazione  $\nu_e + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e^-$  ( $E > 1.4\text{ MeV}$ ) e misurò un deficit di neutrini rivelati; negli anni '80-'90 l'esperimento (Super)KamioKande, misurando la diffusione elastica su elettroni, conferma il deficit di neutrini provenienti dal  ${}^8\text{B}$  ( $E > 5\text{ MeV}$ ) e misura la direzionalità dei neutrini solari; negli anni '90, l'esperimento radiochimico Gallex (GNO), sfruttando la reazione  $\nu_e + {}^{71}\text{Ga} \rightarrow {}^{71}\text{Ge} + e^-$  ( $E > 200\text{ keV}$ ) misura un deficit di neutrini provenienti dalla reazione pp ed eseguendo la calibrazione con una sorgente di neutrini verifica che si tratta di un effetto reale. La soluzione alla discrepanza tra il flusso di neutrini solari atteso dal Modello Solare Standard e il flusso misurato dai vari esperimenti era ipotizzare il meccanismo di oscillazione di sapore dei neutrini solari nel loro viaggio dal Sole alla Terra, aggiungendo effetti dovuti alla loro propagazione nella materia. Wolfenstein (1978) aveva supposto l'oscillazione di neutrini elettronici nella materia ordinaria, composta da soli elettroni e immaginato che l'oscillazione di  $\nu_e$  fosse diversa dall'oscillazione di  $\nu_\mu$  e  $\nu_\tau$  nella materia stessa. Successivamente Mikheyev & Smirnov avevano spiegato il cosiddetto effetto risonante nel fenomeno delle oscillazioni dei neutrini nella materia che viene a dipendere dall'energia iniziale dei neutrini stessi, sostanzialmente applicabile ai neutrini solari pensando che i neutrini di bassa energia (della catena pp) oscillano come se si propagassero nel vuoto, i neutrini di alta energia (dal  ${}^8\text{B}$ ) oscillano come se si propagassero nella materia e l'effetto di risonanza MSW (Mikheyev, Smirnov, Wolfenstein) diviene dominante nella regione energetica di transizione tra  $1 \div 3\text{ MeV}$ .

Il fenomeno dell'oscillazione dei neutrini solari fu confermato dagli esperimenti SNO (2001) che rivela  $\nu_e$  e  $\nu_{\mu,\tau}$  da neutrini solari del  ${}^8\text{B}$  e KamLAND (2002) che rivela  $\bar{\nu}_e$  da reattori nucleari.

Davini espone le motivazioni per le quali ancora oggi ha significato la misura del flusso di neutrini solari e un esperimento quale Borexino ai LNGS: verificare il Modello Solare Standard, in quanto i neutrini portano informazioni sul nucleo solare e si potrebbe risolvere il problema ancora irrisolto della metallicità solare, nessuna misura di spettroscopia di neutrini solari di energie  $E < 1 \div 2\text{ MeV}$  eseguita prima dell'avvento di Borexino e eseguire test di precisione dei neutrini provenienti dal  ${}^7\text{Be}$  e pep e nella regione energetica di vuoto e di transizione.

Nella II parte descrive Davini descrive l'esperimento Borexino, situato nelle gallerie dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, entrando nei dettagli del rivelatore che utilizza scintillatore organico liquido ultra-puro e della tecnica di rivelazione che si basa sulla misura della diffusione elastica dei neutrini solari sugli elettroni: dalla luce di scintillazione emessa nello scintillatore dall'elettrone di rinculo della diffusione elastica si ricostruisce l'energia rilasciata dai neutrini nella materia e la loro direzione di arrivo. Con l'apparato Borexino è possibile effettuare spettroscopia di neutrini solari del  ${}^7\text{Be}$  con materiali che sono  $9\text{div}10$  ordini di grandezza più radiopuri di qualsiasi altra sostanza sulla Terra.

Nella III parte della presentazione, Davini discute della misura dei neutrini pep e CNO in Borexino introducendone le motivazioni. Essendo il flusso di neutrini pep previsto con alta precisione (1.2%) dal Modello Solare Standard e l'energia dei neutrini pep (1.44 MeV) cadere nella regione energetica di transizione, la misura dei neutrini pep consentirebbe un test di precisione dei modelli di oscillazione dei neutrini mentre la misura di neutrini della catena CNO sarebbe una prova che il ciclo CNO avviene nel Sole e poiché l'abbondanza di elementi pesanti nel Sole ha grande impatto sul flusso neutrini CNO si avrebbe un test dei Modelli Solari ad alta metallicità (alto Z) e bassa metallicità (basso Z). La misura di neutrini pep e CNO è tuttavia più difficile in Borexino rispetto alla misura dei neutrino del  ${}^7\text{Be}$  a causa del basso segnale (pochi eventi al giorno) e alla presenza del fondo cosmogenico ( $\beta^+$ ) provenienti dal  ${}^{11}\text{C}$ . Davini descrive allora nel dettaglio la tecnica per rimuovere il fondo cosmogenico che si basa sull'utilizzo di una triplice coincidenza e la discriminazione  $e^+/e^-$ .

Passa poi a descrivere la misura del rate di neutrini pep e CNO e la strategia di analisi dei dati adottata che si basa su un test multivariato di massima verosimiglianza ovvero sul criterio di massima verosimiglianza massimizzato contemporaneamente su variabili diverse per il fit dello spettro energetico. Davini riporta i risultati salienti della Collaborazione durante la sua attività di tesi ai quali ha collaborato: la prima misura del rate di neutrini pep ( $3.1 \pm 0.6_{stat}$  conteggi/giorno/100 ton), la misura di un limite più forte di neutrini del CNO ( $L(95\%C.L.) < 7.1_{stat}$  conteggi/giorno/100 ton) e il flusso di neutrini solari pep e CNO riportato in un articolo [Phys. Rev. Lett. 108, 051302 (2012)] dal titolo *First evidence of pep Solar Neutrinos by Direct Detection in Borexino*. Davini ha contribuito personalmente nella sua attività di ricerca allo sviluppo del codice Monte Carlo Borexino per la calibrazione della risposta in energia, alla misura delle interazioni di neutrini solari del  ${}^7\text{Be}$  e alla misura delle interazioni dei neutrini solari pep.

### Discussione

Il **Presidente R.Battiston** chiede se il tipo di tecnica di misura descritta nella presentazione ha raggiunto la sua massima sensibilità o è suscettibile di ulteriori miglioramenti per i prossimi anni. Davini risponde che aumentando la statistica può aumentare la precisione con la quale osservare i neutrini della catena pep ma che in realtà per aumentare la sensibilità occorre soprattutto eliminare alcuni dei fondi residui, in particolare il  ${}^{210}\text{Bi}$  che decade  $\beta^-$  e ha una forma dello spettro molto simile ai neutrini del ciclo CNO per cui diventa molto difficile distinguerli. Davini ricorda che i dati presentati nel suo lavoro di dottorato riguardano il periodo 2007-2010 e che dopo è seguita una fase di purificazione di Borexino in seguito alla quale il fondo è stato ridotto da 54 conteggi a circa 20 il che consentirà di avere una sensibilità maggiore sull'analisi dei nuovi dati. Riferisce, inoltre, che la Collaborazione sta cercando altre tecniche per ridurre il rate di conteggio dei fondi in generale e molto probabilmente sarà in grado di aumentare significativamente la sensibilità della misura nella II Fase di funzionamento del rivelatore.

Il **Presidente Ferroni** consegna il Premio Bruno Rossi al Dr.Stefano Davini, ringraziandolo; la Commissione applaude (fig.1).

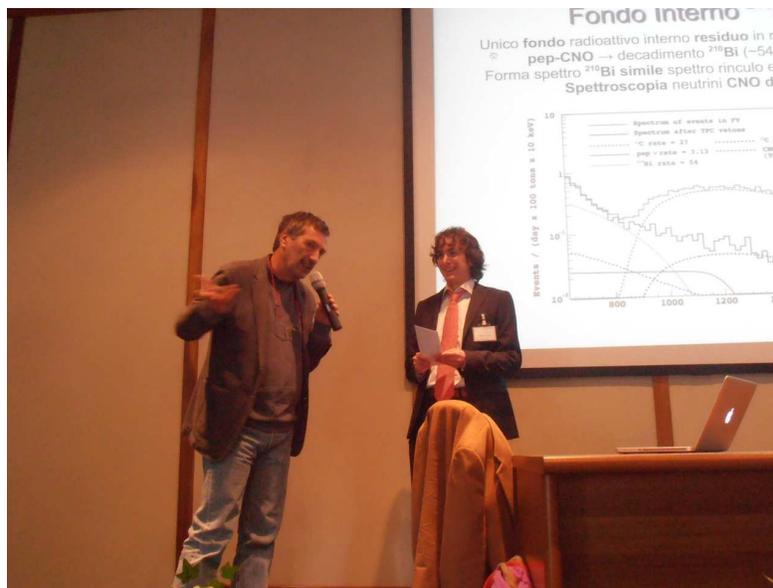


Figura 1: Il Presidente dell'INFN Fernando Ferroni consegna il Premio Bruno Rossi 2012 per la migliore Tesi di Dottorato in fisica astroparticellare al vincitore Dr. Stefano Davini (*credit to G.Ruoso*)

## 2 *Intervento del Membro di Giunta Esecutiva Antonio Masiero*

Alle ore 11:15 il membro di Giunta Esecutiva INFN **Antonio Masiero** interviene discutendo alcuni temi essenziali:

- **GSSI (Gran Sasso Science Institute):** Masiero comunica che nasce l'Istituto di Scienze del Gran Sasso, una Scuola di Dottorato Internazionale e un centro di studi avanzati in fisica, matematica applicata, informatica e scienze sociali. Il GSSI si propone di realizzare a L'Aquila un nuovo polo di eccellenza scientifica grazie anche alla valorizzazione di competenze e strutture altamente specializzate già presenti sul territorio, come i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN e l'Università di L'Aquila, e di favorire l'attrazione di risorse di alto livello nel campo delle scienze di base e dell'intermediazione tra ricerca e impresa. I corsi di dottorato avranno inizio l'Anno Accademico 2013-2014 e si articoleranno nelle aree scientifiche di fisica, matematica e informatica, scienze sociali (gestione dell'innovazione e dello sviluppo territoriale). Il GSSI è un progetto sostenuto dall'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), presentato per la prima volta nel luglio 2009 a Roma all'incontro organizzato dal Ministero per gli Affari Economici con l'OCSE. Nel 2012 il Governo Italiano, sulla base della Legge Nazionale 35/2012, ha istituito il GSSI e ha dato all'INFN il ruolo di soggetto attivatore. L'INFN lo ha inquadrato nella propria struttura organizzativa, per i primi tre anni di attività, come Centro Nazionale di studi avanzati. Il titolo di Dottore di Ricerca verrà rilasciato congiuntamente con prestigiosi istituti di istruzione post-universitaria quali la SISSA (Scuola Superiore di Studi Avanzati di Trieste) per la fisica e la matematica, la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa per le scienze sociali e l'IMT (Institute for Advanced Studies) di Lucca per l'informatica. Saranno finanziate 30 Borse di Studio di Dottorato (estensibili a 40) e i vincitori avranno diritto anche a vitto e alloggio presso la struttura. Il bando per il I Ciclo di Dottorato sarà emesso nei prossimi giorni. Masiero invita tutti a darne diffusione nelle rispettive strutture, università e sezioni INFN.
- **APECC (AstroParticle Physics European Consortium):** Masiero informa che APECC è un Consorzio che riunisce 15 agenzie di finanziamento, istituzioni governative e istituti di 13 Paesi europei (CEA- Francia, CNRS-Francia, FOM-Paesi Bassi, FWO-Belgio, HRZZ-Croazia, IFIN-HH-Romania, INFN-Italia, KIT-Germania, LSC-Spagna, NCN-Polonia, DIAS/RIA-Irlanda, SNF-Svizzera, STFC-Regno Unito, VR-Svezia) per coordinare e finanziare la ricerca in Fisica Astroparticellare. APECC è stato creato nel 2012 e discende da APEC (Astroparticle Physics European Coordination), commissione fondata nel 2001 e operante nello stesso settore con medesimi intenti. APECC è il risultato di una decade di lavoro preparatorio di un consorzio di rappresentanti di Ministeri e agenzie europei e dell'intenso lavoro preparatorio prodotto da ASPERA e ASPERA-2 (2006-2012), azioni di coordinamento e supporto del VII Programma Quadro, ERANET, finanziate dall'Unione Europea. Nella sua accezione attuale APECC è un Consorzio e non più un Coordinamento in quanto svolgerà anche le funzioni di centro operativo, assimilando le funzioni svolte da ASPERA in passato. L'amministrazione del Consorzio vede ai vertici Stavros Katsanevas, Presidente dell'Assemblea Generale, Thomas Berghöfer, Segretario Generale a capo della Segreteria Comune, e Antonio Masiero, Presidente della Commissione Consultiva Scientifica. APECC è organizzato in 4 centri funzionali ospitati in alcuni dei Paesi membri: 1) AstroParticule & Cosmologie Laboratory (APC) - Parigi (Francia), 2) Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) - Amburgo (Germania), Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) - L'Aquila (Italia), Canfranc Underground Laboratory (LSC) - Canfranc (Spagna).  
Il centro funzionale del Gran Sasso dovrà sovrintendere alla costituzione di un Centro Europeo di Fisica Teorica Astro-Particellare, per ora senza una sede fisica, che si occuperà delle seguenti attività:
  - organizzare workshop di lunga durata (2-3 mesi); il primo si terrà presso l'Istituto di Fisica Teorica dell'Università Autonoma di Madrid da ottobre a novembre 2013 e avrà come tema la Radiazione Cosmica di Fondo;
  - coordinare le borse di studio Post-Doc in fisica astroparticellare;

- organizzare una scuola di dottorato internazionale in fisica astroparticellare teorica e sperimentale, che di fatto già esiste con il nome di ISAPP (International School on AstroParticle Physics) e dalla quale si potrebbe cominciare.

In questo ambito, il coordinamento delle suddette iniziative teoriche del Centro Europeo di Fisica Teorica Astro-Particellare su lungo termine sarà affidato a Francesco Vissani mentre Stefano Ragazzi (Direttore dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso) e Mauro Mezzetto (Direttore della Sezione INFN di Padova) coordineranno le attività del centro funzionale del Gran Sasso.

- **Consorzi ERIC:** Masiero ricorda che la Commissione Europea ha previsto un nuovo strumento per facilitare la costruzione di consorzi per le infrastrutture europee di ricerca (European Research Infrastructure Consortium = ERIC). Tali consorzi devono coinvolgere almeno tre stati europei, e devono essere approvati dal Ministero. L'INFN sta lavorando su due proposte:
  - un laboratorio di onde gravitazionali distribuito con il progetto VIRGO (Italia) che potrebbe essere consorziato con il progetto GEO (Germania). I Paesi partecipanti sarebbero: Italia, Francia, Olanda, Germania. L'Ungheria e la Polonia hanno espresso interesse ad aderire al consorzio;
  - una rete di laboratori sotterranei EULAB (European Underground Laboratory), che è un'infrastruttura distribuita con tre sedi: i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (Italia), Frejus Modane (Francia), Canfranc (Spagna). I vantaggi di organizzarsi in ERIC sono di tipo economico e organizzativo: si possono seguire normative europee per acquisti e contratti, con conseguente maggiore flessibilità. Inoltre, nell'ottica di una partecipazione a HORIZON 2020, presentarsi come ERIC procurerebbe notevoli vantaggi.
- **spending-review:** Masiero comunica che in seguito alla spending-review, il Governo aveva congelato il 5% del budget per la ricerca e che ora sembra essere intenzionato a restituire a favore di progetti internazionali, con particolare attenzione agli ERIC. In tale direzione, il Ministero ha assegnato all'INFN 5 Meuro per lavori di valorizzazione dei LNGS in vista del suo inserimento in EULAB-ERIC.
- **European Strategy:** Masiero riferisce che un documento per la European Strategy for High Energy Physics è stato preparato in gennaio 2013 durante un workshop dedicato a Erice e sarà presentato al Council del CERN a giugno 2013. Nel documento è menzionata la rilevanza della Fisica Teorica per la formulazione di prospettive per la fisica delle alte energie. Il momento attuale è particolarmente delicato per l'incertezza legata alla mancanza di evidenti segnali di nuova fisica a LHC. Varie alternative e prospettive per la fisica dei collider dopo LHC e per la fisica con fasci di neutrini sono illustrate nel documento. Per le tematiche di interesse della CSN II, Masiero auspica una convergenza sul tema della fisica di oscillazioni di neutrino sul lunga base con studi sulla violazione di CB e su corta base, con impegno comune nella direzione di coagulare le forze europee della comunità della fisica del neutrino.

## *Discussione*

Il **Presidente Ferroni** interviene sull'ultimo punto evidenziato da Masiero chiarendo che il Scientific Committee Quality (SCQ) del CERN è incaricato di produrre un documento per il Management e il Council del CERN con un parere sul tema e ha chiesto all'INFN, come ad altre agenzie di finanziamento, di esprimersi a riguardo. Ferroni chiede a sua volta al Presidente Battiston e alla Commissione II di produrre un documento nel più breve tempo possibile poiché il SCQ si riunirà tra una settimana circa.

**M.Spurio** domanda se l'INFN continuerà a supportare borse di studio di Dottorato di Ricerca in Fisica in co-finanziamento con le Università italiane o se concentrerà le risorse economiche disponibili solo sulle borse di studio di Dottorato per il GSSI. **Masiero** risponde che le borse di studio del GSSI saranno finanziate esclusivamente con fondi GSSI in quanto l'Istituto, all'atto della sua formazione e per il proprio sostentamento, ha ricevuto dal MIUR un finanziamento di 12 Meuro all'anno per 3 anni consecutivi. Allo scadere dei 3 anni, se il GSSI supererà un'apposita valutazione, sarà promosso a Scuola Superiore.

Interviene **I.De Mitri** domandando quale sarà il ruolo dei centri funzionali in APECC e in particolare quello dei LNGS.

Risponde **Masiero** che il modo di operare dei centri funzionali, appena nati, va ancora verificato. La struttura organizzativa di APPEC consta di tre organi: l'Assemblea Generale (GA = General Assembly) che è l'organo strategico sovrintendente che prende le decisioni, la Segreteria Congiunta (JS = Joint Secretariat), l'organo esecutivo diretto dal Segretario Generale, e la Commissione Consultiva Scientifica (SAC = Scientific Advisory Committee), l'organo consultivo; insieme svilupperanno l'organizzazione dei centri funzionali. Una prima idea è che ciascun centro funzionale svolga un ruolo specifico all'interno di APPEC, per esempio, l'APC dovrebbe occuparsi di Azioni Strategiche (Roadmap, Proposte Comuni, etc.), Interdisciplinarietà e Divulgazione; DESY della Amministrazione Generale, Contatti Internazionali, Calcolo e Relazioni con le Industrie, LNGS delle Azioni di Networking, Teoria, Scuole di Fisica e LSC fornire il Supporto Beb. Nello specifico, per esempio, nell'ambito delle Azioni di Networking, il Gran Sasso sta proponendo un workshop mirato a capire le strategie da perseguire nella fisica *underground* in vista della partecipazione agli ERIC con la proposta EULAB e, nell'ambito delle Scuole di Fisica, sta organizzando un *Summer Institute* ai LNGS per l'estate 2014, sulla falsariga delle Summer School del CERN.

Interviene ancora **I.De Mitri** chiedendo come ottimizzare l'organizzazione delle Scuole di Fisica su territorio italiano visto il sempre più esiguo numero di dottorandi che possono parteciparvi. Risponde **Masiero**, concordando con le affermazioni di De Mitri e ritenendo una buona idea quella di ripensare alla riorganizzazione e coordinamento delle Scuole di Fisica su territorio nazionale con l'aiuto delle Commissioni Scientifiche.

Interviene **Masiero**,

### 3 *La Cosmologia dopo Planck* di Nazzareno Mandolesi (ASI)

Alle ore 12:10 **Nazzareno Mandolesi** dell'ASI presenta il suo intervento (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sui risultati della missione ESA Planck.

Planck Surveyor è la terza missione di medie dimensioni (M3) del programma dell'Agenzia Spaziale Europea Horizon 2000 Scientific Programme. È stato progettato per acquisire un'immagine delle anisotropie della Radiazione Cosmica di Fondo. Planck nasce dalla fusione di due progetti, COBRAS (poi diventato lo strumento Low Frequency Instrument, LFI) e SAMBA (poi diventato lo strumento High Frequency Instrument, HFI). Dopo che i due progetti sono stati selezionati, per motivi di efficienza e di risparmio dei costi sono stati riuniti in un unico satellite. Al progetto unificato è stato dato il nome dello scienziato tedesco Max Planck (1858-1947), vincitore del Premio Nobel per la fisica nel 1918. Mandolesi riporta brevemente la storia dell'esperimento Planck: concepito nel 1992, fu proposto all'ESA nel 1993 e il payload approvato nel 1996, lanciato nel maggio 2009 ha iniziato a ispezionare il cielo in agosto dello stesso anno. La missione nominale è stata completata alla fine del 2010 ma ha continuato a raccogliere dati con il payload completo fino a gennaio 2012 e continuerà a prendere dati, ad agosto 2013 avrà accumulato 8 ispezioni complete del cielo. Planck è una missione ESA: ESA, industrie europee e la comunità scientifica e tecnologica internazionale hanno contribuito alla sua realizzazione e al suo successo. Planck è stato finanziato dalle Agenzie Spaziali degli stati membri europei e dalla NASA: ASI e CNES sono le agenzie guida. Migliaia di ingegneri e scienziati provenienti da circa 100 istituti in Europa, USA e Canada sono coinvolti. Due Consorzi scientifici, LFI guidato da N.Mandolesi e HFI da Jean Loup Puget, sono responsabili della consegna della strumentazione all'ESA, dell'analisi dei dati della missione e del rilascio dei dati e dei risultati alla comunità scientifica.

Gli obiettivi scientifici principali sono la misura della radiazione cosmica di fondo e della sua polarizzazione, il test del modello dell'inflazione cosmologica, una buona stima dei parametri cosmologici, lo studio degli ammassi di galassie attraverso l'effetto Sunyaev-Zel'dovich e lo studio del mezzo interstellare della Galassia. Il 30 marzo 2013 sono stati rilasciati 30 articoli con i risultati dei dati del cielo visto da Planck, immagini dell'Universo tra 30 e 857 GHz, l'emissione dalla Via Lattea, la mappa delle sorgenti extra-galattiche e galattiche compatte, gli agglomerati di galassie, l'anisotropia della Radiazione Cosmica di Fondo e la sua polarizzazione intorno agli hot spot, che hanno ottenuto le prime pagine delle maggiori testate mondiali. La missione Planck ha realizzato così un'immagine della Radiazione Cosmica di Fondo con la massima precisione angolare e sensibilità mai ottenuta, fornendo un ritratto dell'Universo a 380000 anni dal Big Bang. Planck è diventata la fonte primaria di informazioni astronomiche per verificare le teorie sulla formazione dell'Universo e sulla formazione della sua attuale struttura.

Mandolesi mostra nel dettaglio i principali risultati e grafici.

Nella II parte della presentazione, discute poi l'attrito con le misure astrofisiche della valore della Costante di Hubble misurata da Planck, presumibilmente spiegabile invocando le sistematiche sulle misure di distanza e luminosità, ma la discrepanza potrebbe anche essere traccia di una nuova fisica in quanto la determinazione della Costante di Hubble tramite gli strumenti di Planck è davvero indipendente dai modelli.

Un altro risultato fondamentale è stata la misura del contenuto di materia dell'Universo: l'Universo risulta formato da materia ordinaria al 4.9 %, materia oscura al 26.8 % e energia oscura al 68.3 %.

Planck fornisce indizi anche sulla natura del neutrino: l'insieme di dati di Planck è consistente con la struttura dei tre sapori di neutrino tuttavia quando si includono i dati del Telescopio Spaziale Hubble sulla Costante di Hubble si stima un numero effettivo di sapori di neutrino pari a  $N_{eff} = 3.6$  e solo l'esistenza di un neutrino sterile con disaccoppiamento non standard potrebbe spiegare l'effetto. Inoltre Planck aumenta fortemente i vincoli sulle masse del neutrino in uno scenario standard di tre famiglie e pone altri limiti sulla fisica dell'inflazione.

Mandolesi ricorda che gli effetti gravitazionali della materia curvano il percorso della luce della radiazione Cosmica di Fondo dall'Universo primigenio al telescopio Planck e questo effetto di *lensing* gravitazionale, di cui si deve tener conto, distorce la nostra immagine della Radiazione Cosmica di Fondo.

In conclusione, l'anisotropia della mappa della Radiazione Cosmica di Fondo fornita da Planck lascerà dietro di sé un'eredità enorme che rimarrà per molti anni e che non sarà sostituita facilmente.

### ***Discussione***

**A.Masiero** domanda se ci sia qualche indizio che la  $\Omega$  dell'Equazione di Stato possa variare nel tempo. Mandolesi risponde negativamente sebbene mettendo insieme i dati di Planck e di Supernovae si ottengono dei constraints che non sono perfettamente in accordo con  $\Omega_{matter}$  e dei constraint su  $\Omega$  dell'Equazione di Stato che sembrano escludere la natura costante della costante cosmologica però la significanza non è grande. **A.Masiero** domanda se si hanno segnali del fatto che l'energia oscura possa essere una costante cosmologica e Mandolesi risponde che occorre aspettare la prossima missione dell'ESA dedicata appunto allo studio dell'energia oscura.

## ***4 Stato e prospettive della ricerca degli assioni di Marco Roncadelli (PV)***

Alle ore 13:05 **Marco Roncadelli** della Sezione INFN di Pavia presenta una lunga relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sugli Assioni e le ALPs (Axion-Like Particles).

Roncadelli premette che le motivazioni dell'ipotesi di esistenza di Assioni e ALPs sono legate al Modello Standard delle particelle elementari, risultato vincente nel descrivere tutti i dati esistenti riguardanti le particelle elementari. La recente scoperta del bosone di Higgs ne ha stabilito pienamente la validità, tuttavia diversi sono gli argomenti che spingono ad andare oltre il Modello Standard: più di 20 parametri sono stati ritoccati (*fine-tuned*) arbitrariamente per spiegare le osservazioni, nessuna naturale soluzione esistente per la conservazione di CP nelle interazioni forti, nessuna unificazione raggiunta tra le interazioni elettrodebole e forte, gravità ignorata, non c'è spazio per materia oscura non barionica (dalla formazione delle galassie) e di energia oscura (dall'espansione cosmica accelerata). Tra le opzioni verso una teoria generale, la teoria delle superstringhe sembra offrire la soluzione più adatta a tutti i problemi suddetti e in queste teorie si predice l'esistenza di Assioni e ALPs.

Roncadelli spiega che una naturale soluzione della conservazione di CP nelle interazioni forti fu proposta nel 1977 da Peccei e Quinn che estesero il Modello Standard aggiungendo una simmetria globale di tipo  $U(1)_{PQ}$  che si rompe spontaneamente per effetti non perturbativi di QCD. Un nuovo pseudo-bosone di Godstone, l'Assione, è previsto con una massa che dipende dal parametro caratteristico della rottura spontanea di simmetria (di Peccei e Quinn). Nella formulazione originaria dell'assione, si assumeva che la scala della rottura spontanea di simmetria di Peccei e Quinn fosse la scala di Fermi il che dava luogo a una massa per l'assione di 24 keV e un accoppiamento forte con i fermioni ma in seguito fu dimostrato che tale Assione non esisteva. Una via d'uscita fu ipotizzare di aumentare la scala di rottura spontanea di simmetria.

Roncadelli espone che le Particelle Like-Axions differiscono dagli Assioni per due motivi principali: la massa e l'accoppiamento ai fotoni non sono correlati mentre nel caso degli assioni sono strettamente correlati e che si ignorano eventuali accoppiamenti di ALPs ai fermioni. In definitiva l'unica novità rispetto al Modello Standard delle particelle elementari sta nel fenomeno di mescolamento fotone-assione: in presenza di un campo elettro-magnetico esterno si può avere un mescolamento di fotoni con ALPs e gli autostati di interazione differiscono dagli autostati di massa, come nel caso dei neutrini, originando il fenomeno delle oscillazioni. In presenza di un campo elettro-magnetico esterno, il fotone in presenza può trasformarsi in assione, l'assione viaggiare nello spazio e in presenza di un altro campo e.m. riconvertirsi a fotone. A differenza dei neutrini, che hanno lo stesso spin, il fenomeno può verificarsi solo in presenza di un campo elettro-magnetico esterno poiché il fotone ha spin zero e le ALPs hanno spin 1.

Roncadelli sottolinea che rispetto al fenomeno di oscillazioni dei neutrini, soltanto la componente ortogonale del campo magnetico esterno al momento del fotone conta per il mescolamento e, se si individua il piano definito dal vettore di propagazione del fotone e dalla direzione del campo magnetico esterno, allora vi potranno essere fotoni polarizzati perpendicolarmente e parallelamente al piano suddetto e soltanto i fotoni polarizzati parallelamente al piano si mescolano con gli assioni.

Per un fascio iniziale linearmente polarizzato, questo si traduce in due fenomeni: la birifrangenza quando il fotone linearmente polarizzato subisce un cambiamento dello stato di polarizzazione che diviene ellittica con semiasse maggiore dell'ellisse parallelo alla direzione di polarizzazione iniziale oppure il dicroismo, quando si ha assorbimento selettivo di fotoni, a seconda della loro polarizzazione iniziale, e una rotazione della direzione di polarizzazione e alla fine una polarizzazione ellittica con semiasse maggiore ruotato rispetto alla direzione iniziale.

Roncadelli descrive poi alcune proprietà del mescolamento fotone-assione nell'ipotesi di avere un fascio monocromatico di fotoni, o eventualmente ALPs, con energia  $E$  nella banda  $X$  o  $\gamma$  che si propaga in una certa direzione e proviene da una sorgente astronomica lontana. Nell'approssimazione in cui l'energia sia molto maggiore della massa della particella, si dimostra che l'equazione che descrive la propagazione del fascio è un'equazione di tipo Schrödinger dove la variabile indipendente non è il tempo ma la coordinata spaziale lungo cui si propaga il fascio, si possono fare i conti senza usare la teoria quantistica dei campi ma la meccanica quantistica non relativistica. Il fascio è a tutti gli effetti un sistema quantistico non relativistico a tre livelli che sono i due stati di polarizzazione del fotone e uno stato di assione. Nel caso semplice in cui si assume nessun assorbimento delle ALPs e campo magnetico esterno omogeneo allora la probabilità di conversione ha una forma funzionale analoga a quella per i neutrini con alcune differenze nella  $\Delta_m$  dovute al fatto che nel mezzo intergalattico può esserci un plasma freddo e che si deve tener conto del termine di one-loop di QED. Roncadelli illustra che al di sotto di una determinata energia di soglia, l'effetto di mescolamento scompare, per energie intorno alla soglia si hanno oscillazioni poi la probabilità di conversione cresce rapidamente al crescere dell'energia della particella fino a raggiungere un plateau e il regime cosiddetto di *strong mixing*, per energie più elevate in seguito all'effetto di one-loop QED, la probabilità di conversione cala rapidamente e va a zero; per avere un effetto massimale occorre lavorare in regime di strong-mixing.

Roncadelli riporta quali sono i vincoli astrofisici all'esistenza di assioni e ALPs discutendo dell'esperimento CAST al CERN. Nel Sole c'è un plasma nella regione centrale e nell'intenso campo elettrico di questi ioni avviene la conversione dei fotoni prodotti in assioni, gli assioni non interagiscono con la materia e portano via energia (tuttavia ci deve essere un limite sull'accoppiamento per evitare che troppa energia sia portata via), l'esperimento CAST si prefigge l'intento di misurare gli assioni prodotti all'interno del Sole utilizzando un magnete cilindrico preso da LHC e puntandolo verso il Sole sulla base opposta è installato un rivelatore di fotoni; se il rivelatore registra fotoni essi non possono essere entrati è segnale che in presenza del campo magnetico nel magnete gli assioni sono stati riconvertiti in fotoni. Finora l'esperimento CAST non ha rivelato fotoni e questa misura pone un limite molto robusto all'esistenza delle ALPs.

Limiti di natura cosmologica sono stati fissati solo per gli assioni (poiché le ALPs non si accoppiano con fermioni). Roncadelli spiega che si può avere produzione non termica nella fase di transizione della QCD, un meccanismo importante che fornisce assioni ottimi candidati per la materia oscura fredda e la richiesta che non dominino l'Universo implica che la loro massa deve essere  $m \leq 10^{-6} \text{ eV}$ . C'è una relazione tra massa dell'assione e scala di rottura della simmetria di Peccei e Quinn e l'accoppiamento a due fotoni, gli assioni sono "freddi" se la simmetria di Peccei e Quinn è rotta alle energie tra  $6 \cdot 10^{11} \div 6 \cdot 10^{12} \text{ GeV}$  e ciò dà luogo a una massa per gli assioni tra  $10^{-6} \div 6 \cdot 10^{-5} \text{ eV}$  ma la natura vuole che in questo caso l'accoppiamento di un assione freddo ai fotoni sia piccolissimo.

Viceversa gli assioni possono essere prodotti attraverso un meccanismo di produzione termica che però genera materia oscura calda che non può essere responsabile della formazione di galassie. Queste argomentazioni rendono estremamente difficile l'osservazione di assioni prodotti per effetto non termico e difatti non stati mai osservati finora. Per quanto riguarda le ALPs, esse possono interagire o con i fotoni (scattering in assenza di campo magnetico) oppure nel canale T con i fermioni in interazione mediata dal fotone ma le sezioni d'urto sono estremamente basse, concludendo che in assenza di campi magnetici esterni le ALPs non interagiscono né con la radiazione né con i fermioni in assenza di campi magnetici. Roncadelli evidenzia che sperimentalmente si è ancora molto lontani dalla possibilità di rivelare assioni dallo spazio mediante il fenomeno di birifrangenza e dicroismo: bisogna aspettare che si realizzino misure polarimetriche, per esempio installando un polarimetro su satellite e accumulando un'adeguata statistica di osservazione di Gamma-Ray-Bursts sull'idea che se ci sono ALPs e si hanno conversioni assioni-fotoni nello spazio intergalattico si dovrebbe avere una contaminazione delle curve di luce dei GRB.

Roncadelli passa alla descrizione dei Blazar, Nuclei Galattici Attivi ovvero galassie ellittiche all'interno delle quali vi è un Buco Nero SuperMassivo (SMBH= Super Massive Black Hole) dal quale tutta la materia viene inghiottita e qualche istante prima emette a tutte le lunghezze d'onda, dalla banda radio a quella gamma. Se il SMBH ruota si ha un disco di accrescimento e due fiotti perpendicolarmente al piano del disco di accrescimento, quando uno dei getti punta nella direzione di vista della Terra l'AGN in questione viene chiamato Blazar. I meccanismi di emissione della radiazione sono due: elettroni relativistici che stanno cadendo all'interno del SMBH in presenza di intensi campi magnetici, poiché tutta la materia è sotto forma di plasma, e spiraleggiano nel campo e.m emettendo radiazione di sincrotrone (da onde radio a raggi X) oppure fotoni che vengono diffusi sugli elettroni che li hanno prodotti per scattering Compton inverso e si ha un secondo picco di emissione centrato intorno ai 50 GeV.

Roncadelli introduce quindi il fenomeno di *dimming* (attenuazione) delle sorgenti luminose indotto dalle ALPs. Ricorda che tutto lo spazio è permeato dalla Radiazione Cosmica di Fondo e dalla Luce di Fondo Extra-galattica (EBL = Extra-galactic Background Light), luce emessa da tutte le stelle che rimane nello spazio intergalattico, oggi misurata con diversi metodi e grande precisione. Se si immagina un fotone di energia elevata che arriva da una sorgente astronomica lontana, esso interagisce con un fotone dell'EBL producendo una coppia  $e^+e^-$ , allora il dimming della sorgente diventa massimo quando l'energia del fotone di fondo è tra l'infrarosso e il vicino ultravioletto e la probabilità di sopravvivenza di un fotone si riduce all'1%.

Diversi scenari riducono il dimming delle sorgenti mediante l'ipotesi di esistenza di assioni e ALPs. Un'analisi statistica della Distribuzione di Energia Spettrale (SED = Spectral Energy Distribution) e della variabilità di tutti i Blazar osservati con i telescopi Čerenkov indica un livello di EBL più basso di quello predetto persino dal modello minimale EBL a  $4.2 \sigma$ . Una soluzione per spiegare questa discrepanza è ipotizzare un fenomeno di oscillazioni fotone-ALPs secondo vari scenari che Roncadelli spiega nel dettaglio, in particolare lo scenario cosiddetto DARMA, ideato da De Angelis, Roncadelli e Mansutti [Phys. Rev. D 76 121301 (2007)] nel quale si ipotizza la conversione di un fotone in una ALP nel mezzo intergalattico in cui l'oscillazione produce un fotone che ha un'personalità scissa: talvolta si comporta come un fotone vero e altre volte come una ALP sicché quando si propaga come fotone va incontro ad assorbimento EBL e quando si propaga come ALP non viene assorbito.

## *Discussione*

Non ci sono domande né interventi.

La Sessione Aperta della Riunione odierna si interrompe alle ore 14:00 per la pausa pranzo e riprende alle ore 14:30.

## **5 Relazione sulla conferenza NEUTEL 2013 di Alberto Garfagnini**

Alle ore 14:30 **Alberto Garfagnini** della Sezione INFN di Padova presenta un'approfondita e lunga relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla Conferenza NEUTEL (NEUtrino TElescopes) 2013, XV Workshop Internazionale sui Telescopi di Neutrini tenutasi a Venezia dall'11 al 13 marzo 2013.

Garfagnini presenta il programma della I giornata del Workshop e riporta alcuni dettagli degli interventi più salienti. La presentazione di **C.Rubbia** dal titolo: *A millimole of muons for a Higgs Factory?* dedicata alla **fisica oltre LHC**. Il settore scalare è una delle chiavi della comprensione futura della fisica delle particelle elementari. Una volta che la massa di Higgs è stata misurata, il Modello Standard può essere interamente definito ad eccezione delle masse del neutrino, della sua natura e del mescolamento. Rubbia ha ricordato che dopo la scoperta del bosone  $Z^0$  sono stati necessari studi più dettagliati al LEP e SLAC in condizioni di lavoro più pulite, affrontati in una seconda fase, e che una fase simile è necessaria anche per il bosone di Higgs, in particolare si dovranno produrre almeno  $10^4$  eventi/anno in condizioni sperimentali estremamente pulite con due alternative da considerare: un collider  $e^+ e^-$  con circonferenza dell'anello PEP-like di circa 80 km e un collider  $\mu^+ \mu^-$  di soli 50 m di raggio.

La presentazione di **W.Hiroko** sullo stato dell'esperimento **KamLAND** si sofferma sul tema del riscaldamento globale terrestre: il flusso di riscaldamento della superficie terrestre è pari a  $44.2 \pm 1.0 TW$ . Con KamLAND è possibile una misura diretta per rispondere alla domanda se vi sia un contributo radiogenico al riscaldamento terrestre in quanto i geoneutrini verificano direttamente la produzione di calore radiogenico. L'analisi dei dati del mantello e della crosta terrestre mostra che il flusso osservato è consistente con il modelli 20 TW e che i modelli totalmente radiogenici sono sfavoriti. L'esperimento KamLAND ha fornito, inoltre, la misura dei parametri di oscillazione:  $\Delta m^2$  è stato misurato con una precisione del 2.3 % e l'incertezza sul parametro  $\tan^2 \theta_{12}$  è stata migliorata di un fattore 1.2.

La presentazione di **Y.Suzuki** sullo stato dell'esperimento **SuperK** mostra il piano generale per il prossimi dieci anni fino al 2022 avente come obiettivi scientifici la rivelazione di neutrini relitto di SN e di burst di neutrini da SN vicine, la misura di gerarchia di massa e la verifica di violazione di CP, la ricerca del decadimento dei nucleoni e la ricerca di materia oscura. L'intervallo energetico ricoperto da SuperK (1 MeV a oltre 1 TeV) consente, infatti, rivelazione di neutrini solari, neutrini di Supernova e neutrini atmosferici. La presentazione di **K.Lang** sullo stato dell'esperimento **MINOS** si può riassumere come segue: proposto nel 1995, sottoposto a fascio nel 2005, fine della presa dati nel 2012, pone un insieme di vincoli stringenti sulla scomparsa di neutrini e vincoli sulla comparsa di neutrini elettronici da oscillazioni su lunga base in attesa dell'analisi dati a 3 sapori. In futuro, MINOS+ fornirà dati di più alta statistica con un fascio di energia intermedia.

**A.Cabrera** ha presentato lo stato dei due reattori Chooz (**DoubleCHOOZ**) e dei rivelatori Near a 400 m di istanza e Far a 1050 m di distanza, entrambi di 8.2 tonnellate di bersaglio e i risultati, riportati in varie conferenze nel 2012, con misure indipendenti di  $\theta_{13}$ .

**J.Cao** ha presentato un aggiornamento dei risultati di **Daya-Bay** ottenuto con un incremento di 2.5 volte della statistica e ricavando una misura migliorata di  $\theta_{13}$ , avendo installato altre due unità di rivelatori AD per un totale di 8 AD in presa dati dal 19 ottobre 2019.

**S.H.Seo** ha parlato dell'esperimento **RENO** e in particolare della contaminazione della sorgente di calibrazione Cf252 di cui una piccola frazione si è dissolta in Gd-LS a metà ottobre. Seo ha poi mostrato i risultati preliminari della scomparsa di antineutrino da reattore che manifestano un chiaro deficit di segnale (riduzione del 7%) consistente con l'oscillazione e ha presentato un piano futuro per la misura di precisione del parametro  $\theta_{13}$ .

La giornata di mercoledì è stata dedicata tra l'altro all'intervento di **C.Tunnel** su  **$\nu$ STORM**, un programma in cui si ha a disposizione un fascio di protoni da 60 GeV/c che produrrà  $\pi$  da 5 GeV/c i quali decadranno in volo in muoni da 3.8 GeV in un anello di decadimento. Si prevede l'uso di un rivelatore Near a 50 m di istanza per la misura della sezione d'urto dei neutrini elettronici e di un rivelatore Far a 2 km di distanza per la misura di neutrini sterili presso il Fermilab ma nessuna nuova tecnologia verrà adoperata.

Tra i tanti interventi c'è stato anche l'intervento di **L.Corwin** sull'esperimento **NOVA** e il rivelatore Near NDOS (Near Detector On the Surface) in superficie e in funzione da ottobre 2010 che ha raccolto dati del fascio NuMi. Viene mostrato un evento reale, sebbene il rivelatore non sia completamente strumentato, di un candidato neutrino muonico su neutrone nella reazione di tipo  $\nu_\mu n \rightarrow \mu^- p, \pi^0$ . L'assemblaggio del rivelatore Far è in corso e prevedono di metterlo in funzione a giugno 2013 e completarlo a febbraio 2014.

**Y.Wang** ha presentato lo stato di **Daya-Bay-II**. La Collaborazione prova a esplorare la zona del minimo del rapporto numero di eventi osservato-numero di eventi atteso in funzione della distanza dal reattore usando un rivelatore molto grande con l'obiettivo di raggiungere una risoluzione in energia del 3%. Propone di realizzare un rivelatore 20 volte più grande di Daya-Bay e di aumentare la resa luminosa dei fotomoltiplicatori al fine di migliorare la risoluzione energetica.

A tal scopo ha studiato un nuovo tipo di fotomoltiplicatore a bassa contaminazione con fotocatodo a 4  $\pi$  e senza diodi per la moltiplicazione degli elettroni (usano MCP). Il piano temporale presentato prevede l'inizio della presa dati nel 2020.

Tra le tante relazioni teoriche presentate, Garfagnini riporta brevemente della presentazione di **S.Petcov** che ha introdotto il **fenomeno di emissione radiativa di una coppia di neutrini**. In determinate condizioni è possibile una diseccitazione collettiva di certi atomi in un livello metastabile con produzione di una coppia di un singolo fotone e un neutrino: si tratterebbe di un processo sia debole che elettromagnetico che consentirebbe di determinare la scala assoluta delle masse dei neutrini, e soprattutto determinare la natura di Dirac o Majorana dei neutrini massivi. Il Giappone sta tentando di studiare un esperimento in grado di rivelare questo fenomeno molto complesso da realizzare.

**V.Paolone** ha presentato l'esperimento **MINER $\nu$ A**, esperimento dedicato allo studio di sezioni d'urto neutrino-nucleone in presa dati al Fermilab sulla linea di fascio NuMI. MINER $\nu$ A è importante perché studierebbe le sezioni d'urto in una zona energetica poco esplorata tra 1÷20 GeV.

Garfagnini riferisce che il giovedì mattina c'è stata la sessione dedicata al decadimento doppio beta. Da segnalare **G.Gratta** che ha presentato i risultati dell'esperimento **EXO** sul decadimento  $\beta\beta$  senza neutrini che continuerà a prendere dati per i prossimi 4 anni. La Collaborazione sta progettando un nuovo rivelatore nEXO che sarà installato nella Cryopit di SNOlab; sarà interessante vedere la sensibilità dell'esperimento intorno al 2020.

**K.Nakamura** ha presentato i risultati dell'esperimento **KamLAND-Zen**. Il segnale misurato è completamente dominato dalla contaminazione dell' $^{110m}\text{Ag}$  e ha discusso a lungo come eliminarlo (purificazione, filtraggio) tuttavia la Collaborazione non è riuscita a rimuovere questa sorgente di fondo da cui la necessità di realizzare un nuovo pallone con purificazione dello scintillatore e nuovo deployment del rivelatore. L'Argento 110 metastabile è comparso dopo il terremoto: è una contaminazione naturale

**N.Oblath** ha presentato lo stato dell'esperimento **KATRIN** al limite della tecnologia oggi realizzabile per la misura dell'end-point dello spettro energetico del doppio decadimento beta. La Collaborazione ha maturato una buona conoscenza del rivelatore e ultimerà il completamento del commissioning dell'apparato nel 2015, dopodiché avrà inizio la presa dati.

Garfagnini riferisce che il giovedì pomeriggio è stato dedicato al Futuro degli esperimenti di Fisica del Neutrino in USA. Il Programma USA sul Neutrino (sia  $\nu$  che  $\bar{\nu}$ ) si articola in alcuni punti fondamentali: misura e caratterizzazione del pattern delle masse del neutrino e del loro mescolamento con gli esperimenti MINOS/MINO+, NOVA e LBNE; scoprire se la situazione è più complessa dei 3 neutrini delle Interazioni del Modello Standard con gli esperimenti MINOS/MINOS+, NOVA e LBNE, MiniBooNE, MicroBooNE e  $\nu$ STORM; misure ingegneristiche di interazioni di neutrino e sezioni d'urto con gli esperimenti elencati. È stato presentato un dettagliato piano temporale che si protrae fino al 2020 e che include anche la rivelazione di neutrini per lo studio del doppio decadimento beta, materia oscura, etc.

**M.Diwan** ha presentato il progetto **LBNE** (Long Baseline Neutrino Experiment) al Fermilab con un rivelatore Near e in rivelatore Far di 35 kton di Argon liquido e avente numerosi obiettivi scientifici realizzabili grazie a un elevato potere di discriminazione tra gerarchia delle masse dei neutrini diretta e indiretta che l'esperimento raggiungerà, in base alle simulazioni presentate.

**T.Nakaya** ha presentato **Hyper-K**, mastodontico esperimento con 25 volte la massa di SuperKamio-kande la cui presa dati inizierà presumibilmente nel 2025.

Infine Garfagnini riporta che la giornata conclusiva della conferenza è stata dedicata ai telescopi di neutrini sotto ghiaccio e sott'acqua.

**M.Kowasky** ha presentato **PINGU**, una proposta all'interno di IceCube all'energia di 100 GeV, di grande interesse ma che finora non è stato possibile esplorare a causa della struttura del rivelatore da cui l'idea di inserire un rivelatore interno con granularità maggiore.

**A.Karle** ha presentato lo stato di **IceCube** con la novità che sono stati misurati due eventi alle energie del PeV, difficili da spiegare e non imputabili ai neutrini atmosferici.

**U.Katz** ha presentato lo stato di **ORCA**, progetto per migliorare le misure ad energie più basse per i telescopi sottomarini.

Per concludere, Garfagnini mostra due trasparenze di S.Katzsanevas sugli obiettivi di APPEC e sul messaggio che è necessario costruire rivelatori sempre più grandi, sebbene costosi, al fine di conseguire obiettivi di fisica estremamente importanti, seppure in tempi di crisi economica come quella odierna, ma è proprio in un momento di grande crisi economica, egli ricorda quella del 1929-1935, che si sono avute le migliori scoperte della Fisica Moderna.

## ***Discussione***

Non ci sono domande né interventi.

Si innesca uno scambio di vedute tra i membri della Commissione, il Presidente e alcuni dei presenti sugli obiettivi di APPEC. Emerge opinione condivisa sull'inutilità di alcune proposte e sui programmi sempre più ambiziosi e finanziariamente onerosi nella direzione di esperimenti che rischiano di assorbire risorse per i prossimi decenni, tagliando fuori il resto della fisica astroparticellare, con il pericolo aggiuntivo di allontanare la comunità astroparticellare dal CERN.

## **6 Relazione sui LNGS di Stefano Ragazzi (LNGS)**

Alle ore 15:25 **Stefano Ragazzi** della Sezione INFN di Milano Bicocca, Direttore dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, presenta la sua relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sui Laboratori Nazionali del Gran Sasso.

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), uno dei quattro laboratori dell'INFN, sono i più grandi laboratori sotterranei al mondo in cui si realizzano esperimenti di fisica delle particelle, astrofisica particellare e astrofisica nucleare. Situati tra le città di L'Aquila e Teramo, a circa 120 km da Roma, i Laboratori sono utilizzati come struttura a livello mondiale da scienziati provenienti da 33 paesi diversi; attualmente ne sono presenti oltre 900 impegnati in circa 15 esperimenti in diverse fasi di realizzazione e 90 unità di personale stabilmente presente. Le strutture sotterranee sono collocate su un lato di un tunnel autostradale lungo 10 chilometri che attraversa il Gran Sasso, direzione Roma, e consistono di tre grandi sale sperimentali, ognuna delle quali misura circa 100 m di lunghezza, 20 m di larghezza e 18 m di altezza e tunnel di servizio, per un volume totale di circa  $180.000m^3$ . I 1400 m di roccia (equivalenti a 4000 m d'acqua) che sovrastano i Laboratori costituiscono una copertura tale da ridurre il flusso dei raggi cosmici di un fattore un milione; inoltre, il flusso di neutroni è  $10^{-3}$  volte inferiore rispetto alla superficie e quello di muoni  $10^{-6}$  volte inferiore grazie alla minima percentuale di Uranio e Torio presente nella roccia di tipo dolomitico che costituisce la montagna.

Gli esperimenti attualmente presenti possono essere raggruppati in base agli obiettivi scientifici:

- fisica del neutrino: a) oscillazioni di neutrino: OPERA, ICARUS, BOREXINO; b) neutrini solari e fisica solare: BOREXINO; neutrini cosmogenici e geoneutrini: LVD, BOREXINO; doppio decadimento beta: GERDA, CUORE, COBRA;
- materia oscura: DAMA/LIBRA, Xenon, DarkSide, Cresst;
- verifica dei principi fondamentali: a) Principio di Esclusione di Pauli: VIP; b) Relatività Generale: GINGER;
- astrofisica nucleare: LUNA e LUNA-MV.

Ad essi si aggiungono i progetti su Fondi Esterni della Comunità Europea quali SOX per la ricerca del IV neutrino da sorgenti radioattive di antineutrini e LUCIFER una torre di 32-40 bolometri scintillanti al ZnSE.

Ragazzi si sofferma, in particolare, sull'esperimento LUNA (Laboratory for Underground Nuclear Astrophysics) sulla misura di sezioni d'urto delle reazioni di fusione nucleare e sui vari stadi: LUNA 1 che ha preso dati dal 1992 al 2001, LUNA 2 che prende dati dal 2000 in modo continuativo e LUNA-MV che è entrato in operazione dal 2012. Le motivazioni per un laboratorio siffatto sono diverse: dalla misura dei neutrini solari alla misura dell'età degli ammassi globulari, dalla nucleosintesi di nuclei leggeri alla nucleosintesi del Big Bang, alla evoluzione stellare e la combustione dell'Elio. Il progetto LUNA-MV, finanziato dal Ministero della Ricerca italiano (2,8 milioni di euro), prevede l'uso di un acceleratore di ioni più intenso con l'obiettivo di misurare le reazioni di alcuni processi chiave della combustione dell'idrogeno e delle sorgenti di neutroni.

Ragazzi riferisce poi della facility ERMES-WORLD: il progetto di ricerca si propone di realizzare un laboratorio di ultra-basso fondo con caratteristiche tali da diventare il laboratorio di riferimento mondiale per la misura della radioattività ambientale nei campi di ricerca per le Scienze Ambientali, Scienze della Terra e dei Materiali, Sicurezza, Salvaguardia e Non-proliferazione Nucleare; ubicato all'interno dei LNGS, sarà la più grande infrastruttura sotterranea di ultra-basso fondo.

Ragazzi riporta inoltre del progetto denominato “Silenzio Cosmico”. Nel contesto dell’esposizione degli organismi viventi alle basse dosi di radiazioni ionizzanti sono stati descritti e caratterizzati alcuni fenomeni, fra cui la risposta adattativa, che si verifica quando un sistema biologico, pre-trattato con piccole dosi di radiazioni, tollera meglio l’esposizione ad una dose maggiore successiva. Il Progetto “Silenzio Cosmico”, finanziato dal Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche “Enrico Fermi”, ha lo scopo di valutare se il fondo naturale di radiazioni esercita un’azione adattativa sui sistemi viventi rispetto ad esposizioni acute ad agenti genotossici, incluse le stesse radiazioni ionizzanti. Il Progetto, evolutosi da due studi precedenti in una linea di lievito ed una di cellule di hamster cinese V79, si basa sull’allestimento ed il confronto di colture cellulari umane (linea linfoblastoide TK6) in due diverse condizioni di fondo naturale di radiazioni, cioè nel laboratorio situato nella galleria dei laboratori LNGS e nel laboratorio esterno dell’Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Nel seguito Ragazzi riporta le conclusioni di Kean Peach alla conferenza Neutrino Telescopes 2013, il quale ha affermato che il programma scientifico dei LNGS è di livello mondiale, rivolto a importanti questioni scientifiche, dalla fisica del neutrino alla materia oscura, ai fondamenti di fisica e cosmologia e potenzialmente alla salute e l’ambiente e che i LNGS sono un laboratorio nazionale e una risorsa internazionale.

Per concludere Ragazzi ricorda che l’apparato WARP sarà smantellato prima di giugno 2013 e il disassemblaggio di Icarus procederà da giugno 2013 a settembre 2014, liberando parte della Hall B, mentre lo smantellamento dell’apparato OPERA dalla Hall C dovrebbe essere ultimato entro dicembre 2016 liberando spazio a partire da gennaio 2017. Si chiede, dunque, quale possa essere il futuro dei LNGS e ipotizza nella direzione di una terza generazione di esperimenti per la ricerca di materia oscura e doppio decadimento beta. Ricorda che nel frattempo è in fase di progettazione DM3 (Dark Matter 3) - una facility per lo studio di fondo bassissimo nella Hall C. In generale, il Direttore ritiene che occorre stimolare le iniziative internazionali e attrarre investimenti internazionali poiché i LNGS sono una facility di ricerca unica al mondo. Auspica, inoltre, coordinamento e sinergia con gli altri laboratori sotterranei al mondo e in Europa e in tale direzione ritiene che l’iniziativa EULAB-ERIC è un importante e fondamentale passo avanti. Infine, per inciso, Ragazzi ricorda che sono stati banditi 2 assegni di ricerca per fisica in laboratori sotterranei cofinanziati dal neonato GSSI (Gran Sasso Science Institute).

### *Discussione*

Il **Presidente** chiede delucidazioni riguardo l’ERIC nel quale i LNGS saranno coinvolti a livello di Consorzio europeo di laboratori sotterranei, in particolare se nell’ambito del Consorzio i Laboratori Nazionali del Gran Sasso rimarranno di proprietà dell’INFN, come verrà gestito lo staff, chi sarà il direttore, chi coordinerà la politica scientifica. **Ragazzi** risponde che la situazione è molto confusa, che presumibilmente si avranno fondi direttamente dalla Comunità Europea e a gestione diretta dei LNGS mentre gli esperimenti rimarranno a gestione finanziaria della CSN II. In ogni caso **Ragazzi** ritiene personalmente che i LNGS debbano rimanere di proprietà dell’INFN e aderire al Consorzio partecipando con la propria dote. Si apre uno scambio di vedute tra Ragazzi e Battiston con brevi interventi di Mari, Brofferio, Mazziotto, Belli e Garfagnini sulla possibile gestione e sui finanziamenti, sul futuro dei Laboratori e del Consorzio e sui reali ed effettivi vantaggi provenienti dal suddetto ERIC, lamentando uno stato generale di confusione sull’argomento e di mancanza di un piano chiaro di attuazione.

## **7 Borexino Phase II di Gianpaolo Bellini (MI)**

Alle ore 16:20 **Giampaolo Bellini** della Sezione INFN di Milano presenta il suo intervento (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) su un sommario della Fase 2 dell’esperimento Borexino.

Ricorda preliminarmente che la cosiddetta Fase 1 dell’esperimento Borexino è durata da maggio 2007 ad agosto 2010 e che ha avuto come principali risultati:

- neutrini solari: la prima misura del flusso di  ${}^7\text{Be}$  con il 5 % di incertezza; la prima misura del flusso di pep con il 15 % di incertezza, il limite stretto sul ciclo CNO, la misura del flusso del  ${}^8\text{B}$  con una soglia inferiore a 3.2 MeV, la misura dell’effetto giorno/notte nella finestra energetica (550 ÷ 800 keV) del  ${}^7\text{Be}$ , il miglior limite sulla presenza di antineutrini nel flusso solar di neutrini;

- geoneutrini: la prima reale evidenza dell'esistenza dei geoneutrini;
- fisica fondamentale: ha posto i migliori limiti sulla violazione del Principio di Pauli e sul momento magnetico del neutrino.

Nel seguito, biennio 2010-2011, è stata eseguita con successo la campagna di purificazione, durata circa un anno e mezzo, e a ottobre 2011 ha avuto inizio la cosiddetta Fase II che terminerà in autunno 2015 (inclusa la presa dati con sorgente esterna, una nuova campagna di calibrazione e altri possibili test). Il rivelatore non verrà toccato e sarà lasciato indisturbato per quanto possibile.

Borexino-Fase II misurerà neutrini solari e neutrini da sorgenti radioattive,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{144}\text{Ce}$  e  $^{144}\text{Pr}$ . Rivelando neutrini solari con Borexino- Fase 2, sarà possibile: una misura diretta del flusso pp mai realizzata prima (l'incertezza attuale è limitata dagli esperimenti radiochimici), ridurre l'incertezza sulla misura del flusso totale del  $^7\text{Be}$  al 3 %, fornire la prima misura diretta del flusso CNO - che si teorizza essere il primo canale di combustione dell'idrogeno in stelle più massicce del Sole e di combustione dell'idrogeno nell'Universo e mai misurato - importante per la questione della metallicità, ridurre le incertezze nella misura del flusso del  $^7\text{Be}$  e pep, misurare il flusso di neutrini del  $^8\text{B}$  nell'intervallo energetico  $3 \div 5$  MeV con errori limitati. Rivelando neutrini da sorgenti radioattive con Borexino-Fase 2, sarà altresì possibile: misure della forma della regione di transizione della probabilità di oscillazione  $\nu_e \rightarrow \nu_e$  e quindi verificare il modello delle oscillazioni di neutrini MSW-LMA, ricercare il neutrino sterile ultra-leggero, verificare l'NSI attraverso la diffusione elastica dei neutrini elettronici da sorgente, misurare la variazione stagionale dei neutrini del  $^7\text{Be}$ , fornire una migliore determinazione del momento magnetico del neutrino e dell'angolo di Weinberg. Borexino-Fase II sarà, inoltre, in grado di aumentare le informazioni sui geoneutrini e infine fungere da osservatorio per la rivelazione di neutrini da esplosioni di SuperNovae. Bellini sottolinea che la ricerca di neutrino sterile ultra-leggero attraverso i neutrini dal  $^7\text{Be}$  e sorgente di  $^{51}\text{Cr}$  è particolarmente importante ed esamina lo stato dell'arte sulla ricerca. Gli esperimenti SNO, SK, KamLAND, Borexino e anche Homestake hanno mostrato una soppressione nel flusso di neutrini in una regione energetica intermedia che può essere spiegata se un neutrino sterile molto leggero esiste e si mescola debolmente con i neutrini attivi. A causa della massa molto piccola il contributo di questi neutrini super-leggeri alla somma delle masse dei neutrini sarebbe trascurabile.

Bellini afferma che il principale problema da tenere sotto controllo in Fase II è la presenza costante del fondo di  $^{210}\text{Bi}$  presumibilmente prodotto dal decadimento del  $^{210}\text{Pb}$  e il decadimento del  $^{11}\text{C}$  e un altro problema da vigilare è la stabilità del rivelatore. Infine Bellini mostra una tabella di marcia orientativa che prevede la presa dati di neutrini solari tra ottobre 2011 e dicembre 2014, la presa dati con la sorgente radioattiva  $^{51}\text{Cr}$ , le calibrazioni, il possibile test con  $\text{CO}_2$  e l'uso delle sorgenti  $^{144}\text{Ce}$  e  $^{144}\text{Pr}$  tra dicembre 2014 e dicembre 2015.

## Discussione

Non ci sono né domande né interventi. Il **Presidente** rimanda gli approfondimenti a prossime occasioni di discussione.

## 8 Attività preparatorie per il decommissioning di ICARUS di Gian Luca Raselli (PV)

Alle ore 17:00 **Gian Luca Raselli** della Sezione INFN di Pavia presenta una relazione su (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulle attività preparatorie per il decommissioning di ICARUS.

Raselli riporta che il T600 è in condizioni regolari di presa dati con eventi cosmici nella quale il trigger è basato sui segnali di luce raccolti da fotomoltiplicatori e sulla carica raccolta dai fili. La presa dati continuerà fino alla fase di decommissioning. Prima dello spegnimento definitivo dell'apparato, sono state previste alcune attività di test per studiare la risposta del rivelatore e dell'apparato criogenico in vista del loro riutilizzo al CERN e da effettuarsi parallelamente alla presa dati. Tra queste attività vi saranno alcuni cicli di misure da effettuarsi con diversi campi elettrici di deriva e in condizioni diverse di trigger e test sull'apparato criogenico, tra i quali la verifica del funzionamento di ricircolo e purificazione in assenza di potenza elettrica e la verifica del nuovo sistema di ricircolo dell'Argon liquido con la nuova pompa Barber-Nichols.

Una pompa di nuovo tipo ad alte prestazioni è stata, infatti, installata sul sistema di ricircolo dell'Argon liquido nel criostato Est; essa garantisce più di 10000 ore di funzionamento e verrà mantenuta in funzione fino alla fine del run ai LNGS.

L'inizio della fase di smantellamento è prevista per l'inizio di giugno 2013 con il recupero dell'Argon liquido dai criostati. Per il recupero dell'Argon liquido è stata installata una stazione di scarico dedicata che consentirà il trasferimento tra i criostati del T600 e le autocisterne ad un flusso di circa  $5\text{ m}^3/\text{h}$ .

Il decommissioning si articolerà in 3 fasi: lo svuotamento del T600 con inizio previsto per il 3 giugno 2013 e della durata di circa 6 settimane; lo smontaggio del T600 della durata prevista di 10 mesi, a partire dalla fine del riscaldamento, e il recupero delle camere a fili. Raselli entra nei dettagli delle varie fasi e illustra il cronoprogramma del disassemblaggio del T600.

### **Discussione**

Il **Presidente** domanda quali sono le ditte industriali coinvolte nel decommissioning di ICARUS. **Raselli** risponde che il Fornitore Unico è la ditta Scarzia in quanto unici conoscitori dell'impianto; la ditta metterà a disposizione 6 persone per il disassemblaggio e supporto logistico e si occuperà anche dello smontaggio della criogenia. La ditta CINEL si occuperà, invece, della procedura di trasporto e dei "transport frames" in quanto ha realizzato la struttura delle camere a fili. Il **Presidente** chiede se si abbia una stima dei costi e **Raselli** risponde negativamente, il Presidente prega di essere informato costantemente su queste questioni.

Infine il **Presidente** si rivolge al Direttore dei LNGS, S.Ragazzi, chiedendo chiarimenti sulla logistica a seguito dello spostamento dell'apparato ICARUS. Il Direttore **Ragazzi** informa che l'esperimento Xenon 1T potrebbe entrare nella Hall B quasi subito e la fase più delicata di installazione dovrebbe corrispondere alla I fase di svuotamento di ICARUS e che attualmente nella Hall B è ancora presente l'apparato WARP il cui completamento dello smontaggio è previsto entro fine maggio 2013.

## **9 Il programma CTF-RD-DARKSIDE di Cristiano Galbiati (Princeton University)**

Alle ore 17:15 **Stefano Galbiati** della Princeton University (USA) presenta la sua relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sullo stato del programma CTF-RD-DARKSIDE. Galbiati specifica che la Collaborazione DarkSide è un collaborazione internazionale che coinvolge diversi istituzioni di USA, Francia, Cina, Italia, Polonia, Russia, Gran Bretagna e illustra brevemente il programma che prevede la realizzazione di DarkSide-50 ( $2 \times 10^{-45}\text{ cm}^2$  a 100 GeV) finanziato da DOE, INFN, NSF e di DarkSide-G2 ( $2 \times 10^{-47}\text{ cm}^2$  a 100 GeV), R &D finanziato da NSF e DOE. Galbiati ricorda che DarkSide mira a una tecnologia a zero fondo. Galbiati elenca gli obiettivi recentemente raggiunti:

- la realizzazione del prototipo DarkSide-10 che ha preso dati per circa 1 anno;
- il completamento della costruzione del veto di neutroni a scintillatore liquido organico di 30 tonnellate e la preparazione della parti necessarie all'assemblaggio del veto per muoni;
- la costruzione di due camere pulite *Rn-free* (CR1 e CRH) per la preparazione finale del rivelatore;
- il commissioning della purificazione e ricircolazione dell'Argon e dei sistemi di recupero e la chiusura dei circuiti  $N_2$  e Ar;
- il completamento di tutte le parti della TPC, l'inizio dell'assemblaggio della TPC nella camera pulita CRH;
- l'approvvigionamento e il preliminare assemblaggio dell'elettronica sia per la TPC che per i veti così come la scrittura del software di acquisizione dati richiesto;
- la costruzione e il commissioning del sistema di recupero sotterraneo dell'Argon e l'installazione della linea di consegna  $LN_2$  di 110 m di lunghezza per il raffreddamento di riserva in caso di mancata erogazione di energia elettrica.

Galbiati ringrazia per il contributo estremamente importante i gruppi INFN di Milano, Napoli, Perugia, Roma 3, Genova e i LNGS per il forte supporto; la costruzione è partita ad aprile 2012 e terminerà in maggio 2013 e tutto ciò è reso possibile dalla presenza giornaliera di 20-25 persone sotto terra.

Nella II parte della presentazione, Galbiati descrive la TPC del prototipo DarkSide-10 delle dimensioni di 20 cm e l'uso di 14 fotomoltiplicatori (7 in alto e 7 in basso) e i risultati ottenuti. Ricorda che il prototipo non è in grado di produrre risultati di fisica ma che è servito a confrontare le prestazioni di differenti riflettori per la raccolta di luce ottenendo una resa luminosa record pari a 8.9 pe/ke  $V_{ee}$  e ad eseguire test a lungo termine del sistema di alta tensione. In particolare mostra la risposta della PSD (Pulse Shape Discrimination) di DarkSide-10. Nel seguito presenta una carrellata di immagini riprese all'interno delle gallerie dei LNGS inerenti il veto per neutroni a scintillatore liquido, le camere pulite CR1 e CRH, il sistema di abbattimento del Radon e il sistema di purificazione e ricircolo e mostra poi delle immagini dell'impianto di estrazione dell'Argon sotterraneo e della colonna di distillazione criogenica presso il Fermilab in USA.

Nell'ultima parte della presentazione, Galbiati riporta le trasparenze di Mike Salamon del DOE all'ultimo meeting HEPAP In USA per sottolineare che la comunità scientifica internazionale della materia oscura vuole affrettarsi verso la fase di rivelatori di II generazione (G2). Le varie tecnologie sviluppate finora, tuttavia, si trovano in stadi diversi di maturità e devono ancora dimostrare la validità e il livello di prestazioni raggiungibili richiesto per la Fase 2. Solo pochi esperimenti tra quelli proposti oggi saranno selezionati per diventare progetti in fase G2. La strategia USA consisterà nel selezionare molti esperimenti in una prima fase (FY13) della durata di un anno e finanziare solo R&D e successivamente selezionare soltanto 2-3 esperimenti di G2 in una seconda fase (FY16-FY16) che dall'R&D passeranno a una fase di progettazione vera e propria. Per la fase FY13 sono state presentate 13 proposte di cui 10 per la ricerca di WIMPs e 3 per la ricerca di assioni. Un comitato costituito da 14 membri, riunitosi a Gaithersburg a metà settembre 2013, ha fortemente raccomandato che le proposte selezionate come “*must-fund*” vengano realmente supportate dalle rispettive agenzie di finanziamento. Il comitato ha scelto i progetti ADMX-Gen2, LZ, SuperCDMS-SNOLAB, DarkSide-G2 e COUPP-550.

### ***Discussione***

Il **Presidente** si dichiara molto lieto di avere notizie positive sui progressi di DarkSide in quanto è un progetto nel quale la Commissione II ha creduto molto in questi anni e al quale ha dato fiducia investendo risorse economiche.

## **10 Stato di CUORE di Oliviero Cremonesi (MIB)**

Alle ore 17:45 **Oliviero Cremonesi** della Sezione INFN di Milano Bicocca presenta il suo intervento (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sullo stato dell'esperimento CUORE.

CUORE è una Collaborazione Italia, Francia, USA di 18 gruppi, per lo più italiani, e 145 ricercatori in totale. Cremonesi ricorda che l'ultimo incontro con la CSN II è avvenuto in occasione della riunione di settembre 2013 (Verbale N.06/2013 - 24 settembre 2013 - II Giornata) e che il 29 ottobre 2013 hanno avuto un meeting di Collaborazione a Los Angeles durante il quale c'è stato uno scontro sull'interpretazione di attività condivise e relativi contributi. Il 10 novembre scompare improvvisamente Stuart Feedman e in seguito il 10 dicembre si è avuto un incontro con la nuova dirigenza USA e un nuovo atteggiamento collaborativo e manifesta volontà di contribuire.

Cremonesi riporta la stima dei Common Fund (CF) per la fase di presa dati dell'esperimento per i vari Paesi partecipanti e la frazione stimata per l'INFN in base agli autori che ammonta a 153 keuro in totale su 235 keuro di CF complessivi.

Cremonesi riferisce che le attività si possono suddividere in tre principali gruppi riguardanti:

- preparazione e assemblaggio del rivelatore: la produzione delle parti in rame si avvia a conclusione, l'ultra-pulizia procede senza problemi ed è partito il processo di costruzione del rivelatore con 150 cristalli “incollati” e 1 torre assemblata;

- preparazione, installazione e test dell'apparato criogenico: la produzione delle 3 camere interne del criostato si è conclusa senza problemi, il commissioning ai LNGS dell'unità a diluizione si avvia a conclusione, il Piano di Installazione e test procede secondo quanto programmato; il test delle tre camere esterne a 300, 40 e 4 K sta giungendo a conclusione. Il sistema è stato raffreddato per la prima volta a 4K;
- attività di CUORE-0: nonostante un discreto numero di eventi sfavorevoli legati al vecchio criostato di Cuoricino, si è finalmente in presa dati anche se non ancora in fase di ottimizzazione delle condizioni operative.

e ne mostra il piano generale nei dettagli. L'intenso piano di attività di assemblaggio e commissioning richiederebbe adeguato supporto di risorse umane ma Cremonesi lamenta che il manpower è costantemente in calo con scarso supporto a tempo pieno ai LNGS, nessun team ingegneristico di sostegno e difficoltà a garantire contratti per i più giovani. Ai LNGS gli impegni riguardano l'assemblaggio delle torri, la cui preparazione e ottimizzazione è stata ritardata dall'estate 2013 all'inverno 2013 e l'installazione e test del criostato, iniziata a luglio 2012 e in sviluppo secondo i piani.

Cremonesi descrive poi nei dettagli il sistema criogenico, l'installazione e i test ai LNGS delle varie parti: la produzione delle camere interne, il criostato, il contenitore alla temperatura di 10 mK, l'unità di diluizione. Delinea poi le varie fasi della preparazione delle parti del rivelatore: la lavorazione e ultra-pulizia e approvvigionamento del rame, la costruzione dei cristalli e nel dettaglio spinto il piano di assemblaggio delle torri che si articola in 4 fasi: la pulizia, l'incollaggio, l'assemblaggio e il bonding e per ogni fase illustra i dettagli delle operazioni che avvengono nelle gallerie dei LNGS con l'ausilio di numerose immagini. Specifica la rigida suddivisione dei ruoli e la ferrea organizzazione delle operazioni.

Nell'ultima parte della presentazione, Cremonesi riporta delle attività di CUORE-0 la cui seconda installazione è avvenuta tra luglio e agosto 2012. Descrive nei minimi dettagli le varie fasi da agosto 2012 alla fine di febbraio 2013 che hanno presentato una serie di problemi legati prevalentemente a "cedimenti" del vecchio criostato di Cuoricino (installato al Gran Sasso nel lontano 1989) e la sua risoluzione. Attualmente CUORE-0 sta entrando nella fase di presa dati e sta già fornendo le prime informazioni preliminari sulle prestazioni dei rivelatori e dovrebbe cominciare presto la misura di fondo. Se le proiezioni sul fondo saranno rispettate, CUORE-0 pareggerà in pochi mesi la sensibilità di Cuoricino oltre a fornire informazioni importanti per CUORE.

Infine Cremonesi presenta alla CSN II le richieste finanziarie di nuove integrazioni e sblocchi sub-judice che ammontano a 113 keuro.

## *Discussione*

Non ci sono domande né interventi.

Il **Presidente** rimanda la relazione dei referee dell'esperimento e la discussione delle richieste finanziarie in sessione chiusa che si terrà l'ultima giornata della Riunione in corso, giorno 10 aprile 2013.

## **11** *Misure di precisione sull'andamento esponenziale del decadimento radioattivo di Carlo Brogini (PD)*

Alle ore 18:40 **Carlo Brogini** della Sezione INFN di Padova presenta la sua relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sullo studio della dipendenza temporale dei decadimenti radioattivi. Si tratta di un'attività di ricerca i cui proponenti sono E.Bellotti, C.Brogini, G.Di Carlo, M.Laubenstein, R.Menegazzo. L'evidenza di correlazione tra i decadimenti nucleari e la distanza Sole-Terra è stata descritta da Jenkins, Fischbach et al. [AstroPP 32 (2009) 42] con un effetto del  $\pm 0.1 \div 0.2\%$  con un massimo a febbraio e un minimo ad agosto per i decadimenti  $\beta$  e di cattura elettronica del  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{56}\text{Mn}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ . Brogini riporta lo stato dell'arte in letteratura sull'argomento e varie ipotesi sul meccanismo responsabile del  $\pm 3\%$  di variazione annuale del flusso di neutrini solari. A fine 2010 il gruppo inizia la misura ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso con sorgente di  $^{137}\text{Cs}$  e rivelatore al cristallo di Germanio. Brogini descrive l'apparato sperimentale adoperato e riporta nel dettaglio i risultati sperimentali sul rate di conteggi della sorgente radioattiva in funzione dell'energia e sui conteggi per ora, per giorno e su un periodo di 4 giorni i cui risultati sono stato riportati in un articolo pubblicato [E. Bellotti et al., PLB 710 (2012) 114].

Attualmente una sorgente di Torio è in presa dati da circa 10 mesi sotto terra e una sorgente estesa di Potassio in presa dati utile da circa 12 mesi ai LNGS in superficie. Essi osservano una modulazione annuale di circa 5 parti su 105 compatibile con la modulazione dei raggi cosmici.

In letteratura, inoltre, era stata riportata la perturbazione del rate di decadimento nucleare durante il flare solare del 13 dicembre 2006 [Jenkins and Fischbach et al. *AstroPP* 31 (2009) 407] ma Brogginì [E. Bellotti et al., *PLB* 720 (2013) 116] esclude la variazione universale della legge di decadimento esponenziale di ampiezza superiore di 3 parti su  $10^4$  per un flare solare caratterizzato da  $7 \times 10^{-4} W/m^2$  al picco X. Attualmente le attività in corso riguardano il  $^{137}Cs$  con presa dati terminata e analisi dati in corso con il quale si stima di raggiungere la sensitività di 6 parti su 105, il Torio in presa dati per raggiungere un anno solare e il Potassio in presa dati per confermare la modulazione dei raggi cosmici.

Per il biennio 2014-2015 il gruppo propone attività sotto terra utilizzando:

- $^{108m}Ag$ : un isotopo che decade per cattura elettronica con un tempo di dimezzamento pari a 418 anni e per il quale è stata pubblicata modulazione annuale dello 0.1% in 6 anni. La sorgente è ora ai LNGS e verrà adoperato il medesimo set-up sperimentale del Cesio;
- Potassio: si prevede un anno di presa dati sotto terra per confermare l'origine della modulazione, usando una nuova sorgente estesa di 120 kg di carbonato di potassio e 2 rivelatori allo ioduro di sodio da 4 litri per raggiungere la sensitività di circa  $10^{-6}$ ;
- Uranio: per il quale è stata pubblicata la modulazione annuale pari allo 0.1% in 16 anni di  $^{226}Ra$  e si prevede di utilizzare un campione sigillato di roccia uranifera e come rivelatore NaI per raggiungere la sensitività di circa  $10^{-5}$ .

Infine Brogginì avanza le richieste economiche di integrazione per il 2013 (4 keuro di Missioni) e per il 2014 (14 keuro di Inventariabile + 5 keuro di Missioni + 12 keuro di Missioni) e per il 2015 (12 keuro di Missioni) secondo il dettaglio riportato nella tabella che rimane agli atti della Commissione.

### ***Discussione***

Il **Presidente** a nome della Commissione II, dichiara di apprezzare molto il lavoro del gruppo di ricerca cui fa parte Brogginì. Sostiene che un ingrediente fondamentale della scienza galileiana è la ripetibilità della misura e con un contributo finanziario modesto (finora spesi 10 keuro) e già 2 articoli scientifici pubblicati su *PLB*, con un approccio molto professionale, estrema competenza e il raggiungimento effettivo di una sensibilità maggiore nella misura, il gruppo ha confutato le misure e le interpretazioni fallaci eseguite da altri gruppi sgombrando il campo da idee infondate sul tema in esame.

Non ci sono altre questioni da discutere.

Dopo di ciò, esaurito l'ODG, la Riunione si scioglie alle ore 19:10.

## **II GIORNATA - 09.04.2013**

Il giorno 9 Aprile 2013, martedì, alle ore 9:00 nell'aula Angelo Marino (Edificio N.50 I piano) del Centro ENEA, Via Enrico Fermi, 45 -FRASCATI si è riunita la Commissione Scientifica Nazionale II.

### **Agenda della Riunione**

#### **Sessione aperta - Ore 09:00-20:00**

1. Relazione: *Fisica delle oscillazioni dei neutrini (LINEA 1)*  
Relatore: **Maurizio Spurio (Sezione INFN BO)**
2. Relazione: *Situazione SBL al CERN*  
Relatore: **Marco Pallavicini (Sezione INFN GE)**

3. Relazione: *Esperimento Opera: risultati recenti e valutazione della durata delle operazioni sui bricks*  
Relatore: **Giovanni De Lellis (Sezione INFN NA)**
4. Relazione: *Fisica della materia oscura e della ricerca decadimenti doppio beta (LINEA 2)*  
Relatore: **Pierluigi Belli (Sezione INFN ROMA 2)**
5. Relazione: *MOSCAB*  
Relatore: **Antonino Pullia (Sezione INFN MI Bicocca)**
6. Relazione: *Rivelazioni di ELVES al Pierre Auger Laboratory*  
Relatore: **Roberto Mussa (Sezione INFN TO)**
7. Relazione: *Attività sperimentali in corso su raggi cosmici a terra e nelle profondità marine (LINEA 3)* Relatore: **Ivan De Mitri (Sezione INFN LE)**
8. Relazione: *Stato di KM3*  
Relatore: **Antonio Capone (Sezione INFN Roma 1)**
9. Relazione: *Risultati di AMS-02*  
Relatore: **Bruna Bertucci (Sezione INFN PG)**
10. Relazione: *Attività sperimentali in corso su raggi cosmici nello spazio (LINEA 4)*  
Relatore: **Mirko Boezio (Sezione INFN TS)**
11. Relazione: *DAMPE*  
Relatore: **Giovanni Ambrosi (Sezione INFN PG)**
12. Relazione: *JEM-EUSO*  
Relatore: **Piergiorgio Picozza (Sezione INFN ROMA 2)**
13. Relazione: *Attività sperimentali in corso su gravità e fisica generale (LINEE 5 e 6)*  
Relatore: **Rosario De Rosa (Sezione INFN NA)**
14. Relazione: *Advanced Virgo*  
Relatore: **Fulvio Ricci (Sezione INFN ROMA 1)**

Alle ore 09:00 si passa al Punto 1. dell'Agenda della Riunione.

## **1 Fisica delle oscillazioni dei neutrini (LINEA 1) di Maurizio Spurio**

Alle ore 09:00 **Maurizio Spurio** della Sezione INFN di Bologna presenta una lunga rassegna (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla Linea 1 di ricerca della Commissione Scientifica Nazionale II che è la fisica delle oscillazioni di neutrini, suddividendo la linea suddetta nelle sotto-linee: a) fisica delle oscillazioni nello scenario standard a tre famiglie attive; b) fisica delle oscillazioni in scenari non-standard (neutrino sterile); c) masse assolute, tecniche di laboratorio o cosmologia osservativa.

Spurio introduce brevemente il fenomeno delle oscillazioni di neutrini da un punto di vista teorico e inizia con il caso di oscillazioni tra due sapori, che è lo scenario al quale conducono gli esperimenti di rivelazione di neutrini solari o di neutrini atmosferici. In questo caso elementare, la matrice di mescolamento tra autostati di massa e autostati di sapore assume una forma semplice e sostanzialmente i neutrini di sapore di tipo 1 e 1' risultano combinazioni lineari ortogonali dei neutrini di massa  $m_1$  e  $m_2$  e la probabilità di oscillazione assume una forma essenziale che è funzione dell'angolo di mescolamento  $\sin\theta_{12}$  e del parametro di massa  $\Delta m_{12}^2$  tra gli autostati di massa 1 e 2 con una sola lunghezza di oscillazione che si esprime in termini di energia  $E_\nu$  del fascio di neutrini iniziale e della distanza L dalla sorgente al punto di rivelazione. Sotto queste condizioni gli strumenti sperimentali per la rivelazione dei neutrini sono L ed  $E_\nu$ . Progettando esperimenti in base al variare delle grandezze fisiche L ed  $E_\nu$  si può misurare la probabilità di oscillazione in modalità cosiddetta di "comparsa" o di "scomparsa" di una specie di neutrino e quindi

inferire i parametri dell'oscillazione, parametro di massa e angolo di mescolamento e in particolare della differenza delle masse ma non delle singole masse e questo conduce ad un'ambiguità detta di gerarchia.

Spurio mostra la forma funzionale della probabilità di oscillazione in vari casi: nell'ipotesi di oscillazioni  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ ,  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ ,  $\nu_e \rightarrow \nu_\tau$ ,  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\mu$ ,  $\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_e$ . In questi esperimenti si riesce, però, a determinare la differenza delle masse  $\Delta m^2$  e non i valori delle singole masse e questo conduce ad un'ambiguità e alla necessità di studiare, misurare o inferire la cosiddetta *gerarchia di massa* diretta o inversa.

Da un punto di vista sperimentale si è cominciato con le osservazioni di oscillazioni di neutrini su lunga base (LBL) da reattore con l'esperimento KamLAND che ha misurato la probabilità di oscillazione  $\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_e$  fornendo una misura accurata del  $\Delta m_{12}^2$  e con il miglior fit per  $\theta_{12} \neq \pi/4$  e si è parlato di due gerarchie di massa fisicamente diverse: diretta se  $m_1 > m_2$  e inversa se  $m_1 < m_2$ . L'effetto della materia nella propagazione dei neutrini solari nella materia offre, in realtà, l'opportunità di risolvere l'ambiguità di gerarchia attraverso l'effetto MSW. Spurio riporta le implicazioni fisiche dei risultati dell'esperimento BOREXINO sulla probabilità  $P_{ee}$  di oscillazioni di neutrini  $\nu_e \rightarrow \nu_e$ . BOREXINO ha determinato e pubblicato la prima rivelazione di neutrini solari dalla catena pep, una misura di alta precisione dei neutrini solari del  ${}^7\text{Be}$  e il flusso del  ${}^8\text{B}$  con una soglia di 3 MeV (rinculo degli elettroni) aggiornando i punti sperimentali della  $P_{ee}$ , stabilendo che la gerarchia tra gli autostati di massa 1 e 2 è diretta. Al panorama si aggiungono i risultati di KamLAND che da un'analisi di oscillazioni di anti neutrini da reattore e aggiungendo 3 punti sperimentali nelle nuove condizioni di misura a low-reactor nell'ultimo periodo di presa dati nell'intervallo energetico 2.6 ÷ 8.5 MeV trovano una forte correlazione tra il rate di eventi misurato e il rate di eventi atteso.

Unendo le misure di flusso di KamLAND e di tutti gli esperimenti solari, che negli ultimi anni sono notevolmente migliorati grazie a una riduzione delle sistematiche, applicando l'analisi di SuperKamiokande a tutti i dati e fissando  $\sin^2\theta_{13} = 0.025$  si ottengono dei valori per il parametro di massa  $\Delta m_{12}^2$  con una differenza di soli 1.5  $\sigma$  tra i vari esperimenti.

Il passo successivo è stato quello di passare alla ricerca di oscillazioni su corta base (SBL) per accedere a scale di  $\Delta m^2$  più alte (ovvero includere la massa  $m_3$  del III autostato di massa). Il primo tentativo con gli esperimenti CHOOZ e Palo Verde andò vicino alla rivelazione di oscillazione 1-3, successivamente tre esperimenti diversi Daya-Bay in Cina, RENO in Corea e DoubleCHOOZ, contemporaneamente nell'arco di un anno, hanno finalmente centrato l'obiettivo osservando l'oscillazione 1-3, caratterizzata dall'angolo di mescolamento  $\theta_{13}$ , che quantunque piccola è diversa da zero. Daya-Bay, RENO e DoubleCHOOZ sono esperimenti di oscillazioni di neutrino da reattore progettati per misurare l'angolo di mescolamento caratteristico dell'oscillazione 1-3, il parametro  $\sin^2 2\theta_{13}$  a 0.01 al 90 % di livello di confidenza con misure relative "near-far" di flusso osservato in funzione della distanza dal rivelatore e in uno scenario di mescolamento a 3 famiglie la scomparsa di neutrini conduce a un valore per il parametro suddetto di cui Spurio riporta i risultati. Il quadro si complica aggiungendo i neutrini di sapore  $\mu$  e  $\tau$ .

Diventa necessario aggiungere la rivelazione di oscillazioni di  $\nu_\mu$  per aggiungere vincoli ai precedenti parametri sondati esclusivamente con le oscillazioni di tipo  $\nu_e \rightarrow \nu_e$ . La ricerca di scomparsa di  $\nu_\mu$  è possibile in esperimenti di rivelazione di neutrini atmosferici con rivelatori sotterranei per i quali la lunghezza dell'oscillazione è all'incirca  $L = 25, 500, 10000 \text{ km}$  a seconda che gli eventi indotti da neutrini atmosferici provengano dall'alto, lateralmente o dal basso rispetto alla posizione del rivelatore e quindi attraversano strati più o meno grandi della Terra. L'esperimento SuperKamiokande rivela oscillazioni atmosferici e in particolare la scomparsa di  $\nu_\mu$  misurando i parametri di oscillazione  $\Delta m_{23}^2$  e  $\sin^2 2\theta_{23}$ . Spurio riporta anche i risultati della scomparsa di  $\nu_\mu$  dell'esperimento T2K e il *grafico di esclusione*, grafico ottenuto riportando la grandezza  $|\Delta m_{23}^2|$  in  $eV^2/c$  in funzione di  $\sin^2 2\theta_{23}$ , con i dati di SuperKamiokande, T2K e MINOS nonché le oscillazioni di  $\nu_\mu$  viste nel 2012 da ANTARES, telescopio sottomarino, con risultati che si accordano bene tra loro.

Discute poi degli esperimenti dedicati alla misura di comparsa  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ , T2K, MINOS e OPERA, che sfruttano rispettivamente fasci di neutrini da acceleratore in Giappone, in USA e in Europa (CERN-LNGS). Riporta nel dettaglio i risultati pubblicati da T2K, il cui primo segnale di evidenza di comparsa di  $\nu_e$  da un fascio di  $\nu_\mu$  è del 2011 e oggi conferma il risultato di osservazione a 5  $\sigma$ ; i risultati di MINOS e infine i risultati di OPERA che in un comunicato stampa del 26 marzo 2013 ha annuncia la comparsa del III sapore di neutrino ( $\nu_\tau$ ) da un fascio di neutrini muonici, confermato di recente da un'evidenza di comparsa di neutrini tauonici dall'esperimento SuperKamiokande.

Spurio discute poi della gerarchia di massa cosiddetta normale ( $m_{\nu_1} < m_{\nu_2} < m_{\nu_3}$ ) e inversa ( $m_{\nu_3} < m_{\nu_1} < m_{\nu_2}$ ) e dei futuri esperimenti di vario tipo in fase di progetto, atmosferici, su reattore, su accele-

ratore che opereranno nella decade 2020-2030 per la misura della gerarchia di massa.

Spurio ricorda che determinare il segno del parametro di massa  $\Delta m_{23}^2$  richiede l'effetto delle oscillazioni nella materia, che devono essere coinvolte oscillazioni di  $\nu_e$  o  $\bar{\nu}_e$  e che devono essere studiate oscillazioni di  $\nu_e \rightarrow \nu_\mu$  in uno scenario di 3 sapori nella materia e che, nel caso di energia del fascio di neutrini  $E_\nu \simeq 30 \text{ GeV}$  si va incontro al cosiddetto fenomeno della risonanza nella materia corrispondente a un mescolamento massimale e una frequenza di oscillazione minimale e si può usare la Terra per rivelare le oscillazioni ma, in tal caso occorre elevata statistica e costruire enormi rivelatori.

Presenta il progetto INO (India-based Neutrino Observatory), un calorimetro magnetizzato di 50 kton che in 10 anni di esposizione dovrebbe raggiungere la sensibilità adeguata per la misura della gerarchia di massa e cita i progetti PINGU (Precision Ice-Cube Next Generation Upgrade) e ORCA (Oscillation Research with Cosmics in the Abyss), sotto il ghiaccio e nelle profondità marine, per abbassare la soglia energetica con diverse tonnellate di massa e possibili misure di gerarchia di massa in 5 anni sotto acqua per poi citare esperimenti con reattori, quali Daya-Bay II, che entrerà in presa dati nel 2020 e utilizzerà u a potenza elettrica (36 GW) pari a quella utilizzata per alimentare l'Italia!

Discute poi della possibilità di verifica la violazione di CP nelle interazioni deboli (in analogia alla violazione di CP nelle interazioni forti), essendo questo effetto proporzionale ai parametri di oscillazione, in particolare nelle oscillazione  $\nu_e \rightarrow \nu_\mu$  e quali le implicazioni sperimentali: occorre un effetto di risonanza nella materia tra 6-8 GeV, una base  $L > 1000 \text{ km}$  ed errori sistematici piccoli. A questa ricerca saranno dedicati i nuovi progetti di rivelazione del neutrino in USA (LBNE con NO $\nu$ A) e in Europa con il consorzio LAGUNA (Large Apparatus for Grand Unification and Neutrino Astrophysics) /LBNO (Long Baseline Neutrino Oscillations).

Nella seconda parte della presentazione, Spurio presenta il fenomeno di oscillazioni di neutrini con più di 3 sapori, ricordando che le oscillazioni in neutrini sterili furono proposte da Pontecorvo nel 1967. L'evidenza sperimentale di oscillazioni a più di 3 sapori sarebbe data dalla scomparsa di neutrini attivi (ovvero oscillazioni  $\nu_e \rightarrow \nu_s$ ), da transizioni anomale tra neutrini attivi (comparsa) (ovvero oscillazioni  $\nu_\mu \rightarrow \nu_s \rightarrow \nu_e$ ), dalla misura di lunghezza di oscillazione diversa da quella attesa secondo il Modello Standard. Anomalie nelle oscillazioni sono state riportate dagli esperimenti LSND e MiniBooNE e da una ri-analisi completa di tutti i dati di 19 esperimenti su reattore con base  $L > 100m$  emerge un deficit tra rate misurato e rate atteso di eventi ai quali si aggiunge un'anomalia di eventi attesi negli esperimenti con il Gallio (GALLEX, SAGE) che porta a ipotizzare una gerarchia di massa (3+1) diversa dalla gerarchia di massa (2+2). Molti i progetti in studio tra i quali SOX in BOREXIN e ICARUS-NESSIE, esperimenti INFN che riguardano la CSN II e che Spurio descrive con un particolare accento alla sensibilità prevista, agli obiettivi di fisica e la nuova facility CERN dedicata al neutrino e cita il progetto USA NuStorm e la facility giapponese J-PARC (KEK/JAEA).

Infine, nella parte finale della presentazione, Spurio esamina le masse del neutrino e i constraints che la cosmologia osservazionale pone alla somma delle masse dei neutrini, rimandando alla presentazione di N.Mandolesi sulla *Cosmologia dopo Planck* (I Giornata della Riunione - 8 aprile 2013) e alla presentazione di P.Belli sul doppio decadimento beta nella rassegna relativa alla Linea 2 di ricerca dell'INFN (II Giornata della Riunione, oggi, 9 aprile 2013). Spurio sottolinea che la misura del parametro  $\theta_{13}$  rappresenta una pietra miliare della fisica delle oscillazioni di neutrino, uno dei parametri del Modello Standard tuttora ignoto. Infine discute brevemente delle misure dirette di massa del neutrino elettronico in esperimenti di doppio decadimento beta con il limite più stringente fornito ancora oggi dall'esperimento Troizk ( $m_{\beta\beta} < 2.5 \text{ eV}$  al 95 % C.L.) e in progetti in corso, KATRIN che inizierà a prendere dati nel 2015 e la proposta MARE che riguarda più da vicino l'INFN.

## Discussione

Non ci sono domande né interventi.

## 2 Situazione SBL al CERN di Marco Pallavicini

Alle ore 09:50 **Marco Pallavicini** della Sezione INFN di Genova presenta la relazione per dei referee (P.Belli, M.Bertaina, P.Fabbricatore, M.Pallavicini, F.Terranova) sul progetto ICARUS-NESSIE ricordando innanzi tutto sinteticamente le tappe recenti: il report dal Scientific Policy Committee a gennaio 2013, il CERN Research Board il 4 marzo 2013, ancora il Scientific Policy Committee il 18-19 marzo 2013

e la presentazione dei documenti al CTS da parte della Collaborazione NESSIE (e ICARUS) a marzo 2013.

Pallavicini dichiara che il report dello SPSC di gennaio non aiuta a chiarire il quadro e cita che: *“The SPSC considers that a new short baseline neutrino beam at the SPS could be an adequate facility to foster this focus in the near future, provided that the beam operation, in addition to making progress on the sterile neutrino question, can also contribute significantly to the preparation of the future long baseline neutrino projects.”* da cui si evincerebbe che il via libera al progetto sui neutrini sterili sia collegato alle scelte strategiche sul Long-Baseline.

Le recenti difficoltà con la Finlandia sembrano trasparire in un passaggio del documento che Pallavicini riporta testualmente: *“The SPSC notes that the US neutrino community has a similar technological focus as Europe. The SPSC therefore recommends that future European R&D for neutrino beam physics at CERN should be made in close contact with the US groups in anticipation of cooperation on future projects.”*

D'altro canto, l'SPSC incoraggia la Collaborazione ICARUS-NESSIE a proseguire con la scrittura di un TDR completo, identificando sinergie con LBNO, come si evince dai seguenti passaggi riportati da Pallavicini integralmente: *“The SPSC recommends moving the ICARUS detector from LNGS to CERN during LHC LS1, to a position suitable for use as the far detector of a short baseline experiment for search for sterile neutrinos. The SPSC encourages the ICARUS+NESSIE Collaboration and the LBNO consortium to set up a joint working group (SBL-LBL) in order to identify all potential synergies between the two projects, including for example Near Detectors, LAr TPCs, etc.”* ... OMISSIS ...

*“The SPSC recommends that the ICARUS+NESSIE Collaboration optimise its experimental setup for beam conditions and costs, using inputs of the SBL-LBL joint working group. In particular the collaboration should investigate the possibility to re-use the OPERA spectrometers and to build some of its new components (spectrometers, Near Detector, etc.) in cooperation with LBNO. Particular attention should be paid to the adequacy of the Near Detector for the expected beam and background conditions.”*

... OMISSIS ...

*“For further review of the project the SPSC requests a comprehensive TDR document for the final detector configuration and expected physics reach.”*

... OMISSIS ...

*“This TDR should include a detailed breakdown of the work packages and associated responsibilities, costs and financial resources.”*

Sulla base di questo documento, i referee ritengono che lo SPSC sembra avere un atteggiamento ambiguo: associa il neutrino sterile al CERN con il futuro di LBNO, auspica lo spostamento di ICARUS al CERN e incoraggia la Collaborazione a procedere a un TDR completo ma, al contempo, il progetto non è ancora approvato dal CERN e, come sottolineato da SPSC, manca una chiara struttura internazionale della Collaborazione e una divisione dei costi.

Pallavicini afferma che i referee vogliono naturalmente aiutare il processo di definizione di questi aspetti e non ostacolarlo in alcun modo.

Riporta poi i contenuti della riunione del Research Board del CERN, avvenuta in data 4 marzo 2013. Il meeting non ha prodotto alcun risultato chiaro e due sono gli ostacoli principali da superare e messi in evidenza: il costo dell'operazione - M. Nessi ha stimato una spesa complessiva di di 150 Meuro che non è parsa del tutto convincente - e il man-power - 150 persone richieste, nel pieno del lavoro di potenziamento di LHC. La contro proposta del CERN è allungare il piano temporale di un anno e mezzo.

Pallavicini riferisce poi che la questione è stata (forse prematuramente) portata nuovamente allo SPC e quindi al Council del CERN.

Il Council, dopo discussione non facile, ha incaricato un gruppo di lavoro di membri del SPC di studiare il caso entro la prossima riunione del Council, prevista per maggio c.a., e in particolare gli aspetti scientifici, economici, tecnici e di partecipazione internazionale.

Pallavicini considera che così facendo di fatto si riparte quasi dall'inizio con il processo di approvazione. Presenta poi il piano temporale avanzato dalla Collaborazione NESSIE in data 27 gennaio 2013 e ribadisce che il CERN propone di allungare di un anno e mezzo le operazioni per motivi legati all'acceleratore e alle risorse di manodopera necessarie.

Per la presentazione del progetto al CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell'INFN, la Collaborazione NESSIE ha colmato parte delle lacune: sono stati aggiunti molti dettagli rispetto al documento di gennaio, si presenta un piano temporale molto ambizioso, una valutazione di man-power, probabilmente idonea dal lato INFN, ma con tutte le collaborazioni internazionali (CERN incluso) ancora da confermare.

Pallavicini presenta nel dettaglio una tabella con i costi previsti e il man-power necessario. Infine Pallavicini ricorda alla Commissione II che ICARUS e NESSIE sono state presentate al CTS e che la Commissione, tecnicamente, non ha ancora approvato nessuno dei due. Reputa sia necessario un pronunciamento; in linea di principio, un sì o un no definitivo per uno o entrambi i progetti, ma vista la situazione generale, a giudizio dei referee, non può che essere un'approvazione "sub-condizione". Rimanda la discussione alla Commissione in sessione chiusa e riassume la posizione dei referee come segue: la proposta ICARUS-NESSIE è scientificamente valida, sia in sé, sia in quanto volano per un rilancio della fisica del neutrino in Europa; la proposta "combinata" è sicuramente più ricca. Affinché questa dichiarazione di principio possa tramutarsi in un'approvazione, sono però imprescindibili due condizioni: Il CERN deve approvare e finanziare integralmente la macchina, con un piano temporale "timely"; le Collaborazioni devono "maturare" nel contesto internazionale, in modo da non imporre alla CSN II un impegno finanziario che vada oltre il 30-40% del totale e comunque non superiore al costo attuale degli esperimenti ICARUS e OPERA.

## Discussione

Si apre un'ampia e approfondita discussione in seno alla Commissione II alla quale partecipano principalmente il Presidente, M.Pallavicini, P.Belli e L.Stanco.

Il **Presidente Battiston** interviene riassumendo le varie fasi del progetto ICARUS-NESSIE, dalla presentazione congiunta avvenuta in aprile 2012 all'assegnazione del gruppo di referaggio da parte della CSN II, all'approvazione scientifica ufficiale richiesta all'INFN (CSN II) in sede CERN al passaggio al CTS (Comitato Tecnico Scientifico). Il Presidente si esprime molto favorevolmente sulla parte scientifica del progetto pur evidenziando alcuni aspetti negativi, non necessariamente scientifici ma inerenti la "politica scientifica", in particolare che vi sono troppi attori protagonisti in scena e che la partecipazione all'esperimento è quasi esclusivamente italiana. Varie argomentazioni a sfavore del progetto sono emerse in sede CERN che chiede ufficialmente un pronunciamento dell'INFN sul progetto sicché, conseguentemente, la CSN II è sottoposta a pressioni per pronunciarsi formalmente sebbene in mancanza oggettiva di informazioni necessarie riguardo la realizzazione del fascio di neutrini e la tempistica al CERN. Il Presidente dichiara che la CSN II emetterà un giudizio contenente alcuni caveat, in particolare ad esempio sulla questione economica giacché non è pensabile che il finanziamento del progetto sia interamente a carico dell'INFN ovvero della CSN II. Il parere della CSN II andrà dato poi formalmente anche al CTS. In linea di principio, il Presidente si augura che il progetto possa proseguire e realizzarsi con successo tuttavia esprime scetticismo nei riguardi della volontà effettiva dei vertici CERN a favorire il processo. Da un punto di vista prettamente scientifico, la CSN II dovrà pronunciarsi sulla necessità della misura spettrometrica di NESSIE che diventa necessaria nel caso in cui ci fosse nuova fisica oltre il Modello Standard e non solo la necessità di rimettere in ordine la situazione sperimentale attuale confusa in seguito ai risultati anomali ottenuti da LSND per i neutrini sterili.

C'è poi uno scambio tra Belli e Stanco sulla tempistica dei singoli esperimenti ICARUS e NESSIE e sulle intenzioni politiche del CERN di promuovere o meno la fisica del neutrino nei prossimi anni. Il **Presidente** commenta che il problema serio è rappresentato dal predominio di LHC che sta di fatto monopolizzando gli interessi, le risorse umane e finanziarie di un'intera comunità di fisici partecellari con serie conseguenze su altri filoni di fisica partecellare, quale la fisica del neutrino che rischia di soccombere e di scomparire totalmente con attività sperimentali in Europa in caso di bocciatura della proposta ICARUS-NESSIE e più in generale di annullamento del programma sul neutrino al CERN.

## ***3 Esperimento OPERA: risultati recenti e valutazione della durata delle operazioni sui bricks di Giovanni De Lellis***

Alle ore 10:40 **Giovanni De Lellis** della Sezione INFN di Napoli presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sui risultati dell'esperimento OPERA. De Lellis comincia con il riportare le prestazioni finali del fascio CNGS dopo cinque anni (2008 ÷ 2012) di presa dati con prestazioni record nel 2011 e solo un 20% totale in meno rispetto al valore proposto di p.o.t.. Riporta poi il profilo temporale del numero di brick lavorati dal 2008 al 2013, segnalando un distacco dell'energia elettrica il 28 marzo che ha danneggiato 4 router e bloccato i servizi di rete, malfunzionamento che è tuttora in manutenzione.

Presenta il grafico delle prestazioni dove le varie curve mostrano il numero di eventi ricostruito sul bersaglio, il numero di eventi con almeno 1 brick estratto, il numero di eventi con almeno 1 CS passato allo scanner, il numero di eventi con un risultato positivo per il CS, il numero di eventi con un brick passato allo scanner, il numero di eventi con le interazioni localizzate nei brick e il numero di eventi con la ricerca di decadimento completata, tutte in funzione del tempo, per un totale di 5844 interazioni localizzate e 4275 ricerche di decadimento nell'apparato.

De Lellis riferisce che è stata effettuata una revisione globale delle efficienze e dei fondi e mostra un'applicazione alla ricerca di decadimento di produzione di adroni charm. Passa poi ai risultati fisici dell'analisi nel canale  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$  con più di 30 eventi trovati nel campione dati analizzato e la distribuzione dei 19 candidati  $\nu_e$  in uno scenario di oscillazioni a 3 sapori e mostra il grafico di esclusione della ricerca di oscillazioni non-standard a grandi valori di  $\Delta m^2$  con i risultati di OPERA sottomessi in un articolo a JHEP.

Nel canale  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  l'analisi ha interessato i dati del 2008-2009 con un approccio conservativo, senza applicazione di tagli cinematica, e sui dati del 2010-2011 una selezione cinematica seguendo una strategia che De Lellis illustra nel dettaglio. Mostra la topologia e la cinematica del secondo evento candidato  $\nu_\tau$  trovato. Successivamente l'analisi è stata estesa al campione di eventi con un muone nello stato finale trovando l'evento del terzo neutrino  $\tau$  il 2 maggio 2012 di cui De Lellis mostra topologia e cinematica. Illustra in generale le caratteristiche delle tracce di eventi associati al decadimento  $\tau \rightarrow \mu$ , la ricostruzione del momento e della carica del muone e la determinazione delle variabili cinematiche. Riporta poi nel dettaglio i miglioramenti apportati alla reiezione del fondo e gli studi del fondo nelle interazioni adroniche. Nella parte finale della presentazione, De Lellis ragiona su considerazione statistiche di semplice conteggio sugli eventi osservati e la probabilità che siano spiegati come un segnale di fondo e illustra l'analisi di (*Likelihood*) Massima Verosimiglianza adoperata, ad esempio, per una delle variabili discriminanti per concludere che i 3 eventi di comparsa di  $\nu_\tau$  hanno una significatività di  $3.2 \sigma$  con il metodo di conteggio semplice e di  $3.5 \sigma$  seguendo l'approccio Likelihood.

## Discussione

Interviene il **Presidente Battiston** complimentandosi innanzitutto con la Collaborazione per la rivelazione del terzo evento di neutrino  $\tau$ .

Riferisce poi di aver ricevuto da parte della Collaborazione la pianificazione delle prossime operazioni, tuttavia ritiene necessario tornare a discuterne. Battiston osserva che De Lellis, nella sua presentazione, non ha affatto discusso la stima dei costi di OPERA per il prossimo anno e sottolinea che, ad ogni modo, per il 2013 la CSN II non potrà sostenere lo stesso ritmo di finanziamento dell'anno in corso per il mantenimento di OPERA. Commenta, inoltre, che non è chiaro quando sarà necessario rendere disponibili le infrastrutture dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso ad altri esperimenti. È pertanto doveroso ritornare il prima possibile sulla questione in vista di un'ottimizzazione delle risorse e rimanda la discussione alla prossima riunione di CSN II a luglio 2013. Infine il Presidente ribadisce che è stato chiesto alla Collaborazione di produrre quanto prima una stima del costo complessivo, incluso lo smantellamento, dell'intera operazione, necessario alla CSN II per capire come gestire la fase conclusiva dell'esperimento.

## 4 *Fisica della materia oscura e della ricerca di decadimenti doppio beta (LINEA 2)* di Pierluigi Belli

Alle ore 11:25 **Pierluigi Belli** della Sezione INFN di Roma Tor Vergata presenta una rassegna (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla Linea 2 di ricerca della Commissione II dedicata alla Fisica della Materia oscura e del Doppio Decadimento Beta.

Belli afferma che si tratta di un campo di ricerca interdisciplinare a metà strada tra la fisica delle particelle, in quanto studio di fenomeni su piccola scala, e la cosmologia, in quanto studio della Natura su grande scala. La ricerca di processi rari, ovvero lo studio della natura della materia oscura e della natura del neutrino (come particella di Majorana), impegna il 24 % circa del budget di CSN II, al secondo posto dopo la linea maggiormente finanziata che è quella dedicata alla fisica delle oscillazioni del neutrino. Più in generale la Linea 2 riguarda tutti quei processi che consentono di investigare la fisica delle particelle oltre il Modello Standard.

La Linea 2 si articola attualmente negli esperimenti: CUORE, DAMA, DarkSide, GERDA, LUCIFER, LVD e XENON, dove LUCIFER è principalmente finanziato su fondi della Comunità Europea tramite ERC.

Belli fa una breve introduzione teorica della ricerca di materia oscura riportando le maggiori evidenze sperimentali che hanno indotto a ipotizzare una componente “oscura” (materia oscura ed energia oscura) dell’Universo: lo studio della velocità di dispersione di alcune galassie, lo studio dell’Ammasso globulare Virgo, l’analisi sistematica della densità di massa in funzione della distanza dal centro di molte galassie e ancora l’emissione di raggi X dei gas che circondano le galassie a spirale e la distribuzione di velocità dei plasma intergalattici caldi negli ammassi. Tutte le osservazioni sperimentali convergono sul fatto che circa il 90 % della massa dell’Universo è “oscura”. L’ipotesi di esistenza di materia oscura è avvalorata dal modello Lambda-CDM o  $\Lambda$ CDM (Cold Dark Matter) è il modello più semplice che riproduce meglio le osservazioni e internamente consistente della cosmologia del Big Bang. Esso spiega le osservazioni della radiazione cosmica di fondo, della struttura a grande scala dell’Universo e delle Supernovae che indicano un Universo in espansione accelerata. Esso prevede la costante cosmologica  $\Lambda$ , che è l’energia oscura rappresentata dall’energia del vuoto, la quale spiegherebbe l’espansione accelerata dell’Universo e costituirebbe il 70% della densità d’energia in esso contenuta, la materia oscura fredda, che è il concetto di materia oscura non termalizzata, non barionica e non collisionale. Questa componente rappresenterebbe il 26% della densità d’energia dell’universo e infine gli atomi (costituenti i pianeti, le stelle e le nubi di gas) e i fotoni, che rappresenterebbero solo il rimanente 4% di tutta la materia ed energia esistenti. La recente missione Planck ha misurato con precisione il contenuto di materia dell’Universo concludendo che l’Universo risulta formato da materia ordinaria al 4.9 %, materia oscura al 26.8 % e energia oscura al 68.3%.

Belli introduce quindi le tecniche sperimentali per la rivelazione diretta di materia oscura (DM-Dark Matter) che possono basarsi sui seguenti processi: la diffusione di DM su nuclei e la rivelazione dell’energia di rinculo nucleare, la conversione di particelle di DM in radiazione elettromagnetica, l’interazione con i soli elettroni atomici e la rivelazione della radiazione e.m. prodotta, l’interazione di DM leggera su elettroni o nuclei e la conseguente produzione di particelle più leggere con la rivelazione dell’energia di rinculo dell’elettrone o del nucleo e fenomeni di diffusione inelastica di DM. Gli esperimenti di rivelazione diretta di DM si suddividono in due classi: quelli che si basano sul riconoscimento dei segnali dovuti a particelle di DM rispetto al fondo usando una segnatura indipendente dai modelli e quelli che si basano sull’uso di certe tecniche statistiche di sottrazione della componente elettromagnetica dal rate di conteggio (aggiungendo effetto sistematici e perdita di candidati con produzione e.m. pura).

Belli comincia con il descrivere gli esperimenti che usano gas nobili liquidi, in un singolo stato (liquido) come LXe, LAr, LNe e misurano il segnale di scintillazione e di ionizzazione oppure in un doppio stato (liquido/gassoso) che misurano il primo segnale di scintillazione immediata e poi quello di scintillazione secondaria. Tali esperimenti usano la selezione statistica della componente e.m. del rate di conteggio con un rivelatore in singola fase (DAMA/LXe o XMASS) o in doppia fase (XENON10, WARP, DarkSide). Descrivere poi sinteticamente l’esperimento XENON, ubicato ai LNGS, nato nel 2005 con un programma in continua evoluzione e l’idea di realizzare un grande rivelatore massivo (< 3 ton) entro il 2017; mostra i risultati principali di XENON100 e il progetto di upgrade XENON1T. Delinea poi DarkSide, ubicato anche esso presso i LNGS, e i suoi vari prototipi DS-10 e DS-50. Passa poi ai recenti risultati provenienti dalla tecnica bolometrica di doppia lettura degli esperimenti CDMS-II in Soudan, che utilizza rivelatori al Germanio e al Silicio e Edelweiss II, nel Laboratorio Sotterraneo di Modan, che utilizza rivelatori al Germanio.

Al di là delle tecniche ora descritte, tuttavia, l’unica a consentire una segnatura indipendente dai modelli per la ricerca di particelle di DM è la misura della modulazione annuale dell’alone galattico. Per evidenziare la presenza delle particelle di DM nella nostra Galassia, infatti, è possibile utilizzare la marcatura della modulazione annuale del tasso di conteggio in esperimenti di rivelazione diretta con apparati di sensibilità e prestazioni adeguate. A causa del moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole, che a sua volta si muove nella Galassia, il flusso delle particelle di DM che attraversano la Terra varia durante l’anno. In particolare, il flusso è massimo in giugno quando le velocità del Sole e della Terra nel sistema di riferimento della Galassia si sommano, mentre è minimo in dicembre, quando tali velocità hanno verso opposto. Il segnale rivelato dagli apparati sperimentali dovuto alla DM deve soddisfare alcuni requisiti molto stringenti: un andamento modulato in accordo con una funzione cosinusoidale; un periodo di un anno (tempo che impiega la Terra a compiere una rivoluzione completa); deve essere massimo attorno al 2 giugno e minimo nel mese di dicembre; deve essere presente in un determinato intervallo di bassa

energia, dove le particelle di DM possono indurre rinculi nucleari; deve coinvolgere - per ogni evento di DM - un solo rivelatore poiché la probabilità che una particella di DM abbia interazioni in più rivelatori è minima e presentare un'ampiezza di modulazione dell'ordine del 7% circa. Non si conosce finora alcun fenomeno fisico, eccetto la DM, che dia un segnale con queste caratteristiche peculiari.

L'esperimento DAMA ai LNGS per la ricerca della materia oscura ha misurato la modulazione annuale indipendente dai modelli in 7 anni con il rivelatore DAMA/NaI e in 6 anni con il rivelatore DAMA/LIBRA per un'esposizione totale di  $1.17 \text{ ton} \times \text{year}$ . Belli descrive le caratteristiche dell'apparato e dei vari rivelatori, riporta i dati e i risultati delle misure che favoriscono la presenza di un comportamento modulato con tutte le caratteristiche peculiari della presenza di particelle di materia oscura nell'alone galattico entro  $9 \sigma$  di livello di confidenza.

Alcuni indizi in accordo con i risultati di DAMA, che Belli riporta, provengono dagli esperimenti CoGeNT, CDMS, CRESST. Belli osserva che nessun altro esperimento esistente può essere confrontato in maniera indipendente dai modelli con DAMA, i risultati disponibili provenienti da misure dirette che usano differenti materiali bersaglio e approcci diversi non sono in netto conflitto con DAMA e possibili indizi con esperimenti in modalità indiretta dipendenti dai modelli non sono in conflitto con i risultati di DAMA.

Discute poi dello sviluppo di rivelatori con risposta non isotropica di grande interesse in vari campi che possono offrire un modo unico di studiare la direzionalità dei candidati di materia oscura. Belli cita il progetto ADAMO che usa due strategie: sviluppo di scintillatori  $ZnWO_4$  e sviluppo di rivelatori (CNT) a Tubi di Nano, la possibilità di usare emulsioni nucleari (Nano Imaging Tracker emulsion) e Camera a bolle-Geysler (esperimento MOSCAB in CSN V).

Nella II parte della presentazione, Belli descrive per cenni il doppio decadimento beta e i suoi modi di decadimento: decadimento doppio beta con 2 neutrini ( $2\nu\beta\beta$ ), decadimento doppio beta senza neutrini ( $0\nu\beta\beta$ ), decadimento doppio beta senza neutrini ( $0\nu\beta\beta$ ) con neutrino particella di Majorana. Nell'ipotesi di neutrino di Majorana, ovvero di neutrino di massa non nulla e coincidente con l'anti-neutrino, si dovrebbe osservare un decadimento in cui l'anti-neutrino emesso si trasforma in un neutrino ed è assorbito immediatamente da un altro nucleone del nucleo, quindi, la somma delle energie totali dei due elettroni è esattamente pari alla differenza dell'energia di legame tra il nucleo iniziale e quello finale e il decadimento avviene senza emissione di neutrini (o anti-neutrini). Belli spiega l'approccio sperimentale e i suoi limiti seguito per l'osservazione del  $0\nu\beta\beta$  e in particolare le sfide sperimentali in quanto occorrono sensibilità al livello di  $0.1 \div 1$  conteggi/y/ton e l'ordine di grandezza del fondo del bersaglio deve essere intorno a 1 conteggio/y/ton. Tra gli esperimenti recenti nel campo c'è GERDA (GERmanium Detector Array) ai LNGS che usa diodi al Germanio. I diodi sono arricchiti in  $^{76}\text{Ge}$  all'86% circa e immersi nudi nell'Argon liquido che funge da schermo passivo insieme all'acqua. Nella Fase I dell'esperimento si sono utilizzati 18 kg di rivelatori coassiali del tipo suddetto provenienti da esperimento passati (DHdM/IGEX) e nella Fase II si aggiungono altri 20 kg di diodi arricchiti (Broad Energy) BEGe. Belli descrive l'apparato nei dettagli e i risultati della Fase I. Il rivelatore presenta un fondo che è circa 10 volte inferiore agli esperimenti DHdM e IGEX, l'analisi condotta nella regione tra 2019 e 2049 eV è esclusa dai tagli (*blinded analysis*). Ad oggi non c'è evidenza di eventi di  $0\nu\beta\beta$ . La Fase II è in corso.

Belli descrive poi sinteticamente l'esperimento CUORE (Cryogenic Underground Observatory for Rare Events) alla ricerca del  $0\nu\beta\beta$  con  $^{130}\text{Te}$ : riporta i dettagli dello schema sperimentale e le operazioni della Fase I di CUORE con il prototipo CUORE-0 nonché i risultati ottenuti sulle prestazioni e la sensibilità. Belli riporta che anche l'esperimento DAMA ai LNGS cerca decadimenti doppio beta utilizzando tecniche con sorgenti attive e con sorgenti passive e descrive in particolare la ricerca  $2\nu\beta\beta$  con gli isotopi del Cadmio.

Infine Belli cita l'esperimento LUCIFER che utilizza una torre di 32-40 bolometri scintillanti allo ZnSe ai LNGS arricchiti di  $^{82}\text{Se}$  che entrerà in funzione nel 2015. Mostra quindi i risultati dell'attività di R&D LUCIFER sui cristalli di  $ZnMoO_4$  e di  $\text{TeO}_2$ .

Belli conclude che in entrambe i filoni di ricerca, della materia oscura e del doppio decadimento beta, i Laboratori Nazionali del Gran Sasso rappresentano un'eccellenza mondiale.

## Discussione

Non ci sono domande né interventi.

## 5 *MOSCAB* di Antonino Pullia

Alle ore 12:10 **Antonino Pullia** della Sezione INFN di Milano Bicocca presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla proposta di esperimento *MOSCAB*.

Nella prima parte della presentazione, Pullia descrive i dispositivi a bolle richiamando alcuni cenni del principio fondamentale di funzionamento che risale all'idea di Seitz in "*Thermal Spike Model*" del 1957. Il passaggio di particelle all'interno di bolle, la cui pressione sia in equilibrio con la pressione del vapore, rilascia energia; l'ebollizione avviene quando la perdita di energia della particella è sufficiente a produrre una bolla di raggio superiore a un raggio critico (il raggio al quale la tensione superficiale eguaglia la pressione). Le bolle con raggio maggiore del raggio critico crescono mentre le bolle con raggio minore del raggio critico si riducono a zero. Di recente è stato scoperto che nella crescita delle bolle viene emesso un suono ad un massimo del raggio della bolla pari circa a  $10\ \mu\text{m}$  con l'emissione di un segnale acustico per un singolo rinculo nucleare. I decadimenti  $\alpha$  danno luogo a siti di proto-bolle ( $\sim 40\ \mu\text{m}$ ) e sono significativamente più "rumorosi". I primi gruppi di ricerca a utilizzare questo principio per la realizzazione di rivelatori di particelle sono stati all'Università di Chicago con il rivelatore COUPP che utilizza come liquido il  $\text{CF}_3\text{I}$  alla temperatura di  $40^\circ$ . È stato dapprima realizzato un tubo di test di 0.03 kg e poi rivelatori sempre più grandi (2 kg, 4 kg) che funzionano e attualmente la Collaborazione COUPP sta realizzando un prototipo da 60 kg presso SNOLAB e per il futuro ha in progetto di costruire un rivelatore di 500 kg.

Pullia descrive i particolari della camera di 2 l di COUPP avente diametro 15 cm, attrezzata con strumenti di pressione e temperatura e sensori acustici piezoelettrici, immersa in fluidi idraulici con un vaso d'acciaio a pressione e vista da web-cam. Essa misura l'energia acustica rilasciata dalle particelle al loro passaggio nella camera.

È possibile la ricerca di materia oscura con strumenti a bolle debolmente surriscaldati, in quanto dispositivi a soglia, insensibili a fondi di  $\gamma$  e  $\beta$ , in grado di differenziare evento per evento i rinculi da decadimenti  $\alpha$ . Pullia mostra i risultati della camera di 4 kg di COUPP al SNOLAB con la rivelazione di candidati WIMP e il confronto dei limiti spin-independent e spin-dependent con gli altri esperimenti nel campo della ricerca di materia oscura.

Descrive poi le caratteristiche di altri due esperimenti che utilizzano la tecnica SDD (Superheated Droplet Detector), PICASSO e SIMPLE, con una matrice di gel+Freon, dove il liquido è il Freon  $\text{C}_4\text{F}_{10}$ , come hanno ottenuto la calibrazione della soglia energetica con test su fascio di neutroni monocromatici e quali i limiti sui segnali di WIMP e la discriminazione del fondo. La Collaborazione PICASSO ha pubblicato risultati nel 2012 che pongono dei vincoli sull'interazione di WIMP di piccola massa con valori 5 volte migliori di quelli ottenuti nel 2009 e che escludono la maggior parte dei risultati di DAMA/LIBRA.

Nella II parte della presentazione, Pullia descrive, invece, la tecnica del Geyser menzionando che finora ne è stato costruito uno solo (a Berna da B.Hahn e H.W.Reist nel 1973 per ricerche di fisica nucleare di elementi transuranici). In questa tecnica il liquido è portato in uno stato metastabile e tenuto a una temperatura fissata con un bagno termico. Il vapore sopra la superficie del liquido è tenuto a una temperatura inferiore raffreddandolo. La pressione di equilibrio del vapore sopra il liquido dovrebbe essere minore della pressione di equilibrio del liquido. In queste condizioni, se c'è un rilascio locale di energia (rinculo di un nucleo), si crea una bolla che diventa super-critica e cresce a valori grandi spingendo il liquido nel collo della bottiglia. La pressione aumenta e quando raggiunge il valore di equilibrio, il liquido ritorna nel volume principale e il vapore caldo nel collo ricondensa, sicché lo stato metastabile è automaticamente reinstallato in un tempo inferiore al secondo. Per rinculi dovuti a neutroni (e WIMP) gli ioni depositano energie in piccole zone ( $0.05 \div 0.1\ \text{mm}$ ); in queste condizioni una bolla può crescere e diventare visibile ( $\sim 1\ \text{mm}$ ) e poi continuare a crescere di dimensioni. Web-camere osservano il vaso in maniera continuativa e quando notano una variazione di intensità (che corrisponde all'insorgenza della bolla) scatta il trigger visivo. In futuro si utilizzerà anche il trigger acustico che consentirà di misurare anche il posizionamento della bolla.

Pullia mette a confronto le due tecniche (a bolle e Geyser) riportando i vantaggi della tecnica Geyser e a confronto la tecnica Geyser e SSD.

Nella III parte della presentazione descrive l'esperimento *MOSCAB*. È stato realizzato un apparato di test funzionante di 0.7 kg ed è in fase di montaggio e test un modulo da 40 kg nella previsione futura di realizzare un rivelatore da 100-200 kg: il liquido utilizzato è il Freon 218 ( $\text{C}_3\text{F}_8$ ).

MOSCAB nasce inizialmente come progetto in Commissione V, poi presentato in Commissione II (Pullia richiama i risultati ottenuti con MOSCAB e presentati in CSN II in occasione della riunione di luglio 2012 a Roma - verbale N.04/2012 - 23 luglio 2012).

Diverse le novità rispetto al precedente incontro. Innanzi tutto a Milano Bicocca è arrivato la meccanica del rivelatore da 40 kg, da parte dell'industria, sono state apportate delle migliorie sul rivelatore piccolo ed eseguite misure di contaminanti nel liquido di buffer (glicol o acqua distillata). Sono state, inoltre, misurate le soglie in energia e il potere frenante nelle condizioni sperimentali dell'apparato in laboratorio a Milano Bicocca e messo a punto un programma tipo Monte Carlo trovando un buon accordo tra i dati ottenuti con una sorgente di neutroni e la simulazione a livello di  $1.5\sigma$ .

Infine Pullia riporta degli scambi di informazioni iniziati con le Collaborazioni PICASSO e COUPP. Ricorda che la Collaborazione PICASSO ha lavorato per almeno 15 anni con la tecnica SSD, ottenendo ottimi risultati, ma che essa non è adatta per realizzare rivelatori di grandissime masse sicché nel 2012 ha deciso di passare alla tecnica Geysler. MOSCAB lavorava già da 3 anni con la tecnica Geysler e il leader del gruppo PICASSO ha voluto incontrare Pullia a Milano a dicembre 2012 proponendo uno scambio di informazioni sulle tecnologie che i due gruppi stanno usando.

Pullia è favorevole alla proposta ma chiede un parere autorevole alla CSN II su come agire.

### **Discussione**

Il **Presidente Battiston** domanda quale è la forma di collaborazione prevista con PICASSO, esprimendo perplessità sull'idea che ciascuna collaborazione realizzi il rivelatore presso il proprio laboratorio con successivo scambio di dati e informazioni. **Pullia** risponde che ci sono ragioni scientifiche per cui fare lo stesso esperimento in più luoghi sarebbe vantaggioso. Il **Presidente Battiston** ritiene il progetto di Pullia molto interessante, nuovo, poco costoso, avente il vantaggio tecnologico di poter realizzare rivelatori di piccola massa e comprende bene l'interesse manifestato da gruppi di ricerca stranieri; tuttavia considera che in Italia abbiamo a disposizione i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, una delle migliori facility al mondo per lo studio di processi rari. Teme, inoltre, che si corra il rischio di non sfruttare fino in fondo le potenzialità di questa tecnologia se ognuno realizzasse indipendentemente un rivelatore nel proprio laboratorio. Sostiene che l'INFN ha competenze, risorse e condizioni per sfruttare al massimo questa tecnologia e consiglia caldamente di realizzare l'esperimento ai LNGS.

Un altro aspetto da curare è, secondo il parere di Battiston, la consistenza numerica del gruppo di Milano Bicocca in MOSCAB: è necessario un congruo numero di persone che si dedichino praticamente a tempo pieno ad una eventuale attività di costruzione e installazione del rivelatore presso i LNGS e chiede nel dettaglio quale sia l'anagrafica del gruppo. **Pullia** mostra la composizione del gruppo e riferisce che ricercatori della Sezione INFN di Cagliari hanno manifestato interesse ad entrare nell'esperimento. Il **Presidente Battiston** ribadisce il timore che il gruppo non abbia le forze necessarie per affrontare l'impresa, considerato che, in aggiunta, non hanno esperienza diretta nel campo di ricerca della materia oscura in laboratori sotterranei e delle problematiche sperimentali che essa comporta. Si aspetta, anzi, che la comunità scientifica italiana della materia oscura si interroghi se investire in questa nuova direzione e manifesti interessi. Infine **Pullia** chiede di aprire la sigla MOSCAB e il **Presidente** risponde che se ne discuterà in sessione chiusa domani.

La Sessione Aperta della Riunione di CSN II si interrompe alle ore 13:15 per la pausa pranzo e riprende alle ore 14:00.

## **6 Rivelazioni di ELVES all'Osservatorio Pierre Auger di Roberto Mussa**

Alle ore 14:15 **Roberto Mussa** della Sezione INFN di Torino presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla rivelazione degli ELVES con l'Osservatorio Pierre Auger (PAO).

Preliminarmente Mussa descrive in breve le caratteristiche tecniche dei 24 telescopi di fluorescenza che compongono il Rivelatore di Fluorescenza (FD) del PAO raggruppati in serie di 6 in 4 "Occhi" posti in edifici costruiti su collinette naturali a 25-30 dal suolo che guardano l'atmosfera sovrastante la matrice

di 1600 rivelatori Čerenkov di superficie. Ciascun telescopio ha un campo di vista di circa  $(30^0 \times 30^0)$  ed è costituito da una matrice  $(22 \times 20)$  di 440 fotomoltiplicatori (PMT) posti nel fuoco di uno specchio sferico di  $11 m^2$  di superficie che raccoglie la luce proveniente dal cielo, nelle notti serene senza luna, e la convoglia sui PMT.

Mussa descrive poi il trigger del telescopio di fluorescenza suddiviso in tre livelli, i primi due livelli di tipo hardware, implementati su circuiti FPGA e il terzo trigger di tipo software: il primo trigger (FLT) è un trigger di soglia di pixel che serve a stabilire se un PMT è attivo (ON) o meno (OFF) quando il segnale supera una determinata soglia superiore al segnale di fondo, il II livello di trigger (SLT) stabilisce se i PMT ON formano un pattern geometrico in un'opportuna finestra temporale per l'identificazione della traccia di uno sciame da raggio comico e il III livello di trigger (TLT) rigetta eventi dovuti principalmente a lampi e i fulmini che fanno scattare i PMT ma non costituiscono eventi da raggi cosmici; per inciso 1/100 eventi che passano l'SLT ma che vengono rigettati dal TLT vengono conservati per studi di sistematica con il nome di "minimum bias events". Mussa illustra poi come viene ricostruito offline l'evento di uno sciame secondario indotto da raggi cosmici di energia elevata mediante la ricostruzione del profilo longitudinale del deposito dell'energia in atmosfera, tenendo conto della calibrazione dei PMT, della distanza, della densità e trasparenza atmosferica.

Riporta quindi che il primo evento di presunto tipo ELVES, (ELVES, in italiano Elfi, è in realtà un acronimo per Emission of Light and Very low frequency perturbations due to Electromagnetic pulse Sources), osservato da ben 3 telescopi simultaneamente, scoperto per caso e risalente al 5 dicembre 2007. In seguito a questa scoperta è iniziata una ricerca sull'intero campione di dati FD 2005-2009 trovando 3 eventi simili di cui Mussa mostra le caratteristiche topologiche e sul campione di eventi di rumore rigettati (minimum bias events) trovandone altri 58.

Mussa descrive poi da un punto di vista teorico l'esistenza degli ELVES, ipotizzati da Unran Inan (Stanford's VLF group) nei tardi anni '80. Si tratta di eventi luminosi transienti (Transient Luminous Events) costituiti da fronti luminosi che si espandono radialmente per centinaia di chilometri della durata dell'ordine di 1 ms e conseguenti all'interazione degli impulsi elettromagnetici prodotti dai fulmini con lo strato più basso della ionosfera. La rapida accelerazione degli elettroni a circa 90 km di altezza causa eccitazione e rapida diseccitazione delle molecole di azoto e ossigeno, esattamente come negli sciame prodotti dai raggi cosmici. Questi fenomeni sono oggetto di studio da parte della comunità di geofisica e meteorologi, che osservano correlazione con i fulmini di entrambe le polarità con misure da terra e dallo spazio.

All'interno della Collaborazione Pierre Auger, la scoperta ha indotto a sviluppare un nuovo III livello di trigger per l'osservazione continuativa di questo tipo di fenomeni che vengono tagliati dall'attuale TLT per i fulmini e che presto sarà implementato e Mussa descrive nel dettaglio il lavoro eseguito in tale direzione.

La risoluzione temporale e la visione stereo dei telescopi di fluorescenza forniscono all'Osservatorio Pierre Auger un alto potenziale per lo studio degli ELVES, a costo zero, che può essere sfruttato in maniera interdisciplinare condividendo le informazioni sugli ELVES osservati con le comunità di geofisici e meteorologi. Infine Mussa annuncia un Workshop (HILITE 2013) sull'argomento che sta organizzando con i fondi di Formazione INFN e che si terrà a Torino il 30-31 maggio 2013.

## *Discussione*

**N.Mazziotta** chiede se i dati del Rivelatore di Fluorescenza del PAO mostrano correlazioni con gli eventi gamma TGF (Terrestrial Gamma-ray Flash), lampi di raggi gamma originati nell'atmosfera terrestre. **Mussa** risponde che lo studio è in corso con l'ausilio dei dati del Rivelatore di Superficie del PAO.

**N.Mazziotta** domanda se le ricerche nel campo dei TGF si avvalgono dello stesso banca dati mondiale di fulmini che sta usando Mussa nello studio della correlazione degli ELVES con i fulmini. **Mussa** risponde che nella sua ricerca fa riferimento al catalogo Vaisala Global Lightning Dataset GLD360, rete globale di rilevamento fulmini, attualmente più efficiente di quella convenzionalmente adoperata finora in letteratura. Interviene **A.Capone** domandando a quali energie arrivino gli ELVES applicando la calibrazione in energia. **Mussa** risponde di non essersi dedicato a questo esercizio e che, in realtà, si sta pensando di usare questi giganteschi flash visti da più Occhi come "calibratori" per il timing e la calibrazione in energia nella ricostruzione di eventi di sciame da raggi cosmici.

## ***7 Attività sperimentali in corso su raggi cosmici a terra e nelle profondità marine (LINEA 3) Ivan De Mitri***

Alle ore 14:50 **Ivan De Mitri** della Sezione INFN di Lecce presenta una rassegna (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla Linea 3 di ricerca della Commissione Scientifica Nazionale II dedicata alla attività sperimentali sui raggi cosmici a terra e nelle profondità marine.

Premette di aver scelto solo alcuni risultati, i più recenti, da alcuni esperimenti selezionati e ringrazia i Responsabili Nazionali degli esperimenti che presenterà per aver fornito preziose informazioni e trasparenze. Tralascerà volutamente la sezione dedicata ai neutrini di alta energia, rimandando alla presentazione di A.Capone sullo stato di KM3Net.

De Mitri comincia ricordando che la Radiazione Cosmica misurata da terra o nelle profondità marine è costituita da protoni e nuclei pesanti, elettroni e positroni e raggi gamma, antiprotoni nella regione energetica del TeV, al livello del percento del flusso di p, e infine neutrini La componente principale, quella adronica, i raggi cosmici propriamente detti, è misurata con l'obiettivo di inferire l'origine e le sorgenti, i processi di accelerazione e di propagazione attraverso le osservabili fisiche spettro energetico, composizione chimica e direzioni di arrivo con sistematiche date dalle sezioni d'urto delle interazioni adroniche, le fluttuazioni statistiche degli sciame e la modalità di campionamento. Gli elettroni e positroni, che costituiscono la componente più leggera, sono soltanto marginalmente accessibile da terra mediante identificazione degli sciame e-m. con rivelatori Čerenkov. I raggi gamma, di flusso di energia inferiore sono ma ben studiati nell'intervallo energetico 10 GeV-10 TeV con progressi spettacolari nell'ultima generazione di esperimenti. Mostra quindi lo spettro energetico della radiazione cosmica ricordando che sono possibili misure dirette al di sotto di  $10^{17}$  eV e indirette al di sopra. Descrivere l'origine dei raggi gamma di energia elevata (VHE: Very High Energy) in processi dinamici estremi non termici originati da processi elettromagnetici (radiazione di sincrotrone o effetto Compton inverso) oppure in cascate adroniche da interazioni di protoni con energie molto maggiori dei TeV con la materia. Ricorda che gli esperimenti votati alla zona di rivelazione di alta energia in modalità indiretta sono ARGO-YBJ (astronomia gamma e raggi cosmici), AUGER (raggi cosmici di energia estrema) e MAGIC (astronomia gamma). Comincia con il descrivere l'esperimento MAGIC dedicato alla gamma astronomia con l'uso di telescopi Čerenkov nell'intervallo energetico da 25-50 GeV a 10 TeV: fu proposto nel 1998, pronto nel 2004 e in presa dati da allora. Il rivelatore è costituito da due telescopi di 17 m di diametro ubicati a La Palma a 2300 m sul livello del mare. La Collaborazione sta sviluppando un upgrade al fine di avere ancora il migliore strumento nel campo, stabile e affidabile, fino all'arrivo di CTA intervenendo essenzialmente sull'elettronica e sul trigger. Le prestazioni di MAGIC sono ottime con una sensibilità del 0.85 % nella ricostruzione dello spettro della Crab Nebula, persino con pochi eventi in fase di upgrade. I risultati di fisica conseguiti riguardano la prima rivelazione dell'emissione di alta energia della Crab Pulsar, lo spettro energetico di elettroni-positroni visto da terra. Esperimenti concorrenti sono HESS in Namibia e VERITAS in Arizona. De Mitri introduce poi l'esperimento ARGO-YBJ dedicato alla rivelazione di raggi gamma nella regione VHE con rivelatori di sciame estesi in aria (EAS: Extensive Air Shower) e osservazioni di raggi cosmici da centinaia di GeV ai PeV. ARGO fu proposto nel 1996, i test di RPC in Tibet furono eseguiti nel 1998 e successivamente iniziò l'installazione; in presa dati dal 2006 e completato nel 2007, si è concluso nel febbraio 2013. Esperimenti concorrenti sono MILAGRO (a Los Alamos, 2001-2008) e HAWC (Messico, 2013-...). De Mitri illustra le prestazioni: dal rate di eventi al duty cycle, alla capacità unica di studiare dettagliatamente la struttura spaziale e temporale degli EAS. Tra i risultati di fisica ricorda lo spettro energetico di protoni ed elio nella regione 100-800 TeV mediante la misura ibrida della componente leggera dello spettro di raggi cosmici con l'uso aggiuntivo di un telescopio Čerenkov con grande campo di vista ( $14 \times 16$ ).

Passa poi a descrivere l'esperimento AUGER per lo studio dei raggi cosmici di energia estrema (UHECR: Ultra High Energy Cosmic Rays), proposto nel 1992. Il prototipo ingegneristico (*Engineering Array*) fu installato nel 2002, nel 2004 ha inizio la presa dati, nel 2008 l'Osservatorio è stato completato e funziona a regime. Nel 2015 scadranno i contratti con le agenzie di finanziamento nazionali e la Collaborazione sta proponendo un potenziamento dell'Osservatorio. Esperimenti concorrenti sono Telescope Array (TA) in Utah (USA) e Yakutsk in Russia. Illustra i principali risultati di fisica: lo spettro energetico di UHECR - che mostra chiaramente una soppressione del flusso ad energie estreme con risultati consistenti con TA entro gli errori sistematici al 20%; la composizione in massa - con i dati che favoriscono una composizione più pesante a energie più elevate della caviglia nella regione di cut-off e che favoriscono l'ipotesi di caviglia

originata dalla transizione da raggi cosmici galattici a extra-galattici; l'anisotropia delle direzioni di arrivo - con un livello di correlazione attuale delle direzioni UHECR alle sorgenti compatibile con una frazione del 10-20 % di protoni dopo il cut-off e compatibile con i risultati di composizione in massa. Nessun fotone primario o neutrino è stato osservato sicché i modelli esotici. Per andare oltre l'esperimento AUGER ha bisogno di misure di precisione intorno alla caviglia e al cut-off per distinguere una composizione pura di ferri o mescolata, verificare se ci sono abbastanza protoni al di sopra di  $10^{19.5}$  e studiare l'anisotropia e l'identificazione delle sorgenti, porre migliori limiti ai fotoni di alta energia. Questi obiettivi possono essere raggiunti misurando la componente muonica dello sciame e la Collaborazione ha proposto diverse opzioni di rivelatori allo scopo.

Nell'ultima parte della sua presentazione De Mitri presenta i futuri progetti: CTA (astronomia gamma), LAWCA (astronomia gamma), LHHASO (astronomia gamma e CR). Il progetto CTA (Čerenkov Telescope Array) prevederebbe l'uso congiunto di una matrice centrale di 25 telescopi di 12 m di diametro per esplorare le energie 100 GeV-10 TeV, una sezione per misure di alta energia di 35 telescopi di 6-7 m di diametro su un'area di  $10\text{km}^2$  e una sezione per misure di bassa energia costituita da 4 telescopi con 23 m di diametro e energia di soglia circa 10 GeV. Il progetto contempla la realizzazione di due array nell'emisfero Nord e nell'emisfero Sud (Canarie e Namibia).

Il progetto LHAASO (Large High Altitude Air Shower Observatory) ubicato a 4300 m di altezza e a 13 km da Shangri, nella provincia dello Yunnan, in Cina, prevede l'uso congiunto di 4 unità (per un totale di  $90000\text{ m}^2$ ) di rivelatori Čerenkov ad acqua, 24 telescopi di fluorescenza a grande campo, 400 rivelatori per misurare le particelle intorno al punto di impatto a terra, una matrice da  $1\text{ km}^2$  costituita da 6100 scintillatori da  $1\text{ m}^2$  ciascuno e 1200 rivelatori di muoni da  $36\text{ m}^2$  ciascuno. Il progetto ha come obiettivi fisici la misura dello spettro energetico e della composizione in massa dei raggi cosmici da sotto il ginocchio alla caviglia ed è stato approvato come uno dei 16 grandi progetti scientifici dei prossimi 5 anni in Cina; la costruzione durerà 5-6 anni.

Infine De Mitri dedica le ultime trasparenze alla rivelazione di neutrini: di bassa energia (1-100 GeV) per misure di precisione del flusso di neutrini in atmosfera (oscillazioni), energie medie (0.1 TeV-0.1 EeV) per astronomia di neutrino (con l'uso di telescopi marini o sotto ghiaccio), di alta energia (0.1-100 EeV) neutrini cosmologici e cosmogenici (rivelatori radio sotto il ghiaccio o rivelatori di EAS come AUGER e JEM-EUSO).

De Mitri commenta che il futuro è ancora ricco di domande alle quali rispondere. Per i raggi cosmici, capire la struttura dello spettro, la propagazione, l'anisotropia, la composizione in massa, le regioni di transizione nello spettro, le interazioni adroniche con l'uso di rivelatori di EAS e necessariamente della tecnica ibrida; per i raggi gamma, studiare lo spettro energetico, la morfologia delle sorgenti e la variabilità, etc. con l'uso di telescopi Čerenkov e matrici di EAS; per i neutrini di alta energia capire oscillazioni, sorgenti, flussi, etc. con l'uso di grandi telescopi e rivelazione radio e acustica. Un'intera generazione di esperimenti nati negli anni '90 sta producendo oggi interessanti risultati con grande impatto sulla CSN II, proposte di nuovi esperimenti o upgrade sono in corso. Infine De Mitri mostra il profilo di spesa della CSN II relativamente alle varie linee di ricerca, tra le quali quella della radiazione cosmica da terra e nelle profondità marine che è rimasta stabile nel tempo dal 2004 a oggi.

## Discussione

Interviene **A.Capone** porgendo i suoi complimenti al relatore per l'esautiva presentazione e informa che, in realtà, per quel che riguarda la ricerca di neutrini cosmogenici, c'è un'attività in corso, anche se non dichiarata, di rivelazione acustica all'interno della Collaborazione KM3.

## 8 Stato di KM3 Antonio Capone

Alle ore 15:45 **Antonio Capone** della Sezione INFN di Roma presenta una rassegna (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sul programma KM3, votato all'astronomia di neutrini di alta energia, e nello specifico alle attività di ANTARES, NEMO, KM3NeT-Italia e KM3NeT.

Capone comincia con una breve esamina di ANTARES: la presa dati dell'esperimento ANTARES sta continuando così come la manutenzione del rivelatore; l'analisi dati ha consentito di pubblicare numerosi articoli nel biennio 2012/2013 (che Capone elenca nel dettaglio) ed è diventato una stazione di test per

Km3Net in quanto è ora corredato di uno dei multi-PMT di KM3Net e sarà possibile effettuare un test sul campo.

Per quanto riguarda NEMO-Fase II, Capone riporta brevemente la cronistoria: nel novembre 2012 durante una pre-ispezione del sito a 3500 metri di profondità il cordone ombelicale del ROV si è incendiato e il ROV è andato perso impedendo l'operazione di deployment della Torre. A marzo 2013 il deployment della Torre di NEMO-Fase 2 è avvenuto con successo, la connessione avviata ed è iniziata la presa dati. Capone descrive nel dettaglio gli elementi della torre e mostra diverse fotografie che ritraggono le varie fasi dell'installazione dal test a Malta prima dell'imbarco sulla piattaforma marina, al viaggio in mare fino al punto dell'installazione in mare, al rilascio della Torre in acqua e fino al momento in cui la base della Torre ha toccato il suolo marino alla profondità di 3500 m. La Fase 2 è dunque avvenuta con successo con 31 su 32 fotomoltiplicatori e tutti gli idrofoni che inviano segnale, i sistemi di DAQ, il trigger e lo Slow Control che stanno lavorando, tutte le tensioni di alimentazione al loro valore nominale e tutti i parametri di trasmissione ottica a valori ottimali; si acquisiscono dati ambientali. Capone mostra alcuni grafici ottenuti dal sistema di monitoraggio on line del rivelatore sulla single rate dei PMT e la densità spettrale di potenza degli idrofoni. Tutti gli idrofoni, previsti per il posizionamento acustico, sono perfettamente funzionanti. Il rumore elettronico del sistema di acquisizione è ridottissimo rendendo gli idrofoni sensibili anche a piccolissime variazioni di pressione.

Capone discute poi del finanziamento PON per KM3Net-Italia: il Progetto è stato approvato con 110 punti su 120 (quarto in graduatoria) e finanziato per 20.800 keuro da utilizzare entro Dicembre 2014. Il progetto è stato rimodulato in funzione del finanziamento ricevuto immaginando la costruzione di un primo insieme di 28 Detection Units (DU) come Engineering Array che costituirà il primo blocco del nodo italiano di KM3Net da potenziare successivamente (fino ad almeno 100 DU). Le Torri alla "NEMO" rappresentano al momento attuale la sola tecnologia già validata per realizzare DU nei limiti temporali del PON.

Capone sottolinea che nell'ambito del Consorzio europeo KM3Net, l'Italia partecipa alla validazione di DU basate su OM multi-PMT e stringhe. con la realizzazione di 8 Torri con tecnologia basata su "NEMO-Fase2" e con la realizzazione di una infrastruttura sottomarina capace di ospitare Torri e/o Stringhe (fino a 32 DU) e l'obiettivo di ospitare a Capo Passero il massimo numero di DU. Dichiarò, tuttavia, che la parte italiana è pronta siamo pronti a completare il rivelatore con l'opzione "stringhe" solo se l'opzione stringa+OM multi-PMT sarà validata entro una data ragionevole (30/6/2013) per poter passare alla nuova produzione industriale e i partner europei contribuiranno con un numero di stringhe almeno uguale a quello realizzato dall'Italia sul PON.

Capone riporta che nell'ambito e in direzione del progetto PON, tutti gli elementi della Torre NEMO-Fase 2 sono stati rivisti ed esaminati al fine di preparare l'industrializzazione della costruzione e assemblaggio del rivelatore per KM3Net-Italia. Nel mese corrente (aprile 2013) la tecnologia sarà pronta per essere trasferita all'industria. Per passare da NEMO-Fase II a KM3 il progetto della meccanica è stato rivisto con 6 PMT nonché l'elettronica e Capone entra nei dettagli del design. Mostra poi una tabella con un'attenta analisi che riporta i dati della realizzazione di fondo e di 8 torri con la fornitura, la descrizione sintetica, lo stato della gara (approvata, pubblicata, espletata, firmata) e la previsione temporali di completamento. Parla poi di KM3Net che da gennaio 2013 da Consorzio si è trasformato in Collaborazione con la definizione del Management Team che ha un mandato di 2 anni. È stato approvato il MoU ed è stata definita l'organizzazione interna con importanti responsabilità italiane e importanti partecipazioni dei gruppi italiani in punti chiave dell'attività e Capone illustra nei dettagli l'organigramma della Collaborazione. È stata inoltre avviata la qualifica del progetto "multi-PMT (DOM) su stringhe (il PPM-DOM è montato da tempo sull'instrumentation line di ANTARES) e con test di installazione in corso in Spagna.

Infine Capone richiama alla Commissione lo stato del finanziamento INFN e riporta il testo di un'e-mail inviata in data 26 febbraio 2013 al Membro di Giunta A.Masiero, e in copia al Presidente di CSN II R.Battiston e al Direttore dei LNS G.Cuttone, in cui reitera l'urgente richiesta di accedere ai fondi accantonati all'inizio dell'anno per KM3 e assolutamente necessari per il proseguimento delle attività. Presenta le richieste di sblocchi sub-judice e riporta i dettagli dei referee sulla cifra accantonata suddetta pari a 248.5 keuro, che non appaiono in bilancio e sono richiesti una tantum al Presidente, comprensivi di Trasporti (85.5 keuro + 65 s.j.) e il finanziamento dei test benches (84 + 15 s.j.). In mancanza di fondi accantonati, Capone è costretto chiedere alla CSN II i bisogni immediati e avanza la richiesta di nuovi finanziamenti che ammontano al momento attuale a 52.5 keuro di Consumo per KM3, 17.0 keuro (15.0 keuro Consumo + 2.0 keuro Inventario) per KM3Net e 15.0 keuro di Trasporti.

Conclude mostrando ai presenti un filmato del rilascio in mare della Torre di NEMO-Fase 2 e il suo

adagiarsi sul fondo marino alla profondità di ben 3500 metri.

### **Discussione**

Il **Presidente Battiston** si dichiara lieto di riscontrare risultati concreti e positivi per un'attività sperimentale per altro molto difficile e per i notevoli progressi condotti dalla Collaborazione in tutte le sue componenti, Laboratori Nazionali del Sud e Sezioni.

Rimanda la discussione sulla questione relativa al finanziamento INFN, di cui ha parlato Capone a fine presentazione, in sessione chiusa di Commissione II e invita i referee a intervenire ora per esprimersi in merito alle richieste finanziarie avanzate.

Interviene **Belli** porgendo alla Collaborazione, a nome dei referee, le congratulazioni per il notevole risultato raggiunto. Riferisce quindi che si sono incontrati settimane addietro e nell'occasione la Collaborazione ha descritto nel dettaglio il programma di avanzamento delle attività. Ricorda che durante la riunione di CSN II di settembre 2012 furono finanziati 248.5 keuro per spese di trasporto e l'attività sui test benches in quanto non finanziati (incluse le spese di missione) dal bando PON e che la Collaborazione ha provato in tutto i modi ad inserirli nelle spese supportate dal PON senza successo.

A settembre 2012 la CSN II aveva concesso il finanziamento su fondi INFN di GE dichiarando di non farsene carico. Alla luce della mancanza di fondi accantonati dall'INFN, oggi, la Collaborazione avanza la richiesta alla CSN II con una rimodulazione notevole, in parte dovuta al cambiamento nella tempistica dell'esperimento e delle sue attività, con una riduzione delle richieste che si attesta su un fattore 3 rispetto a quanto richiesto a settembre 2012.

I referee sono completamente favorevoli alla nuova richiesta finanziaria.

In più, per quanto riguarda la richiesta aggiuntiva di sblocco s.j., principalmente sulla voce Missioni, i referee hanno analizzato nel dettaglio le istanze e si dichiarano favorevoli. Appoggiano, inoltre, la richiesta di sblocco sub-judice di 20 keuro di Apparati + 5 keuro di Trasporti per il gruppo di Napoli per l'acquisto di una camera iperbarica, sub-judice le offerte e una stima dei tempi che ora il gruppo ha presentato.

## **9 Risultati di AMS-02 di Bruna Bertucci**

Alle ore 16:35 **Bruna Bertucci** della Sezione INFN di Perugia presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sui primi risultati dell'esperimento AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) installato sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Bertucci riporta la cronistoria dell'esperimento la cui nascita avviene tra il 1994, quando il progetto viene proposto agli enti di ricerca e alle agenzie spaziali e il 1995, quando viene raggiunto un accordo con la NASA per la realizzazione di un prototipo AMS-01, atto a provare la fattibilità della tecnologia utilizzata e AMS-02 per effettuare le misure scientifiche. Nel 1998 AMS-01, durante la missione STSg1 resta 10 giorni a bordo dello Shuttle Discovery dando il via libera alla Fase II di AMS-02.

Bertucci ricorda che da 17 anni AMS è una Collaborazione mondiale con 16 Paesi partecipanti, 60 istituti, più di 600 fisici coinvolti e che l'Italia vi partecipa con 60 unità tra scienziati ed ingegneri, 6 Università, 5 Sezioni INFN, 2 Laboratori INFN e il Centro di Calcolo, concretizzando 16 anni di collaborazione tra INFN e ASI.

Descrive quindi l'apparato AMS: uno spettrometro multiuso di precisione al TeV costituito da un TRD (Transition Radiation Detector) per l'identificazione di elettroni e positroni attraverso la misura della radiazione di transizione e i nuclei attraverso la misura della perdita di energia per unità di percorso, da un Tracciatore al Silicio per la determinazione di carica (Z) e momento  $p$  delle particelle, da un calorimetro elettromagnetico (ECAL) che permette una misura precisa tridimensionale delle direzioni e delle energie dei gamma ed elettroni fino a 1 TeV, da un TOF (Time Of Flight) per la misura di velocità e carica ed energia delle particelle, da un Magnete per la misura del segno della carica ( $\pm Z$ ) e dal RICH per la misura di Z ed E. Bertucci entra nei dettagli descrittivi di ciascun sotto rivelatore e delle prestazioni. Le particelle e i nuclei sono definiti dalla loro carica ed energia dove l'energia è proporzionale al momento e Z e P vengono misurati indipendentemente dal Tracker, dal RICH, dal TOF e dall'ECAL. Il test e la calibrazione dei vari rivelatori è avvenuta a terra mentre il monitoraggio sulla ISS comprende una calibrazione in volo. Gli obiettivi di fisica di AMS sono la ricerca di anti-materia, la misura dello spettro energetico e della composizione in massa dei raggi cosmici.

In particolare, Bertucci discute la possibilità di ricerca di antimateria: la collisione di raggi cosmici produce positroni ma anche le collisioni di materia oscura produrranno positroni e l'eccesso di positroni può essere accuratamente misurato da AMS e illustra come ciò può essere fatto. Descrive poi i test che sono stati effettuati a terra presso la Camera a Vuoto Termica dell'ESA nell'aprile del 2010 della durata di 14 giorni a una pressione inferiore a  $10^{-9}$  bar e alla temperatura tra  $-90^{\circ} \div +40^{\circ}$  e dei test intensivi eseguiti al CERN tra cui il test sul fascio SPS nell'agosto del 2010. Mostra i risultati del test sul fascio sulle prestazioni del rivelatore (allineamento del tracciatore, risoluzione del tracciatore, scala energetica dell'ECAL, prestazioni dell'ECAL, prestazioni del TRD) che vengono utilizzati nelle analisi di ricostruzione degli eventi. Descrive poi le fasi di test al simulatore di sistema di attacco alla ISS presso il KSC, il trasferimento alla base di lancio e il lancio avvenuto il 16 maggio 2011. Il 19 maggio 2011 l'installazione di AMS sulla ISS fu completata con successo. Delinea le operazioni che avvengono in volo e a terra durante la presa dati che continua finora senza interruzioni e descrive la sala di controllo al CERN in operazione dal 19 giugno 2011. Ricorda che una delle maggiori sfide sperimentali sulla ISS è rappresentata dalla resistenza alle condizioni termiche ambientali estreme alle quali l'apparato è sottoposto e perciò una serie di dispositivi (sensori di pressione, sensori di temperatura, etc.) per il controllo termico dell'elettronica in volo corredo AMS e inviano continuamente dati che vengono registrati per il monitoraggio della condizioni del rivelatore.

Nei primi 18 mesi di presa dati nello spazio, AMS ha accumulato 25 miliardi di eventi e 6.8 milioni sono elettroni o positroni. Tutte le analisi dati sono eseguite da due gruppi indipendenti. Bertucci descrive alcuni passi della selezione degli eventi e discute nel dettaglio gli errori sistematici che affliggono la determinazione della frazione di positroni: asimmetria nell'accettazione, dipendenza dalla selezione, migrazione bin a bin, spettro di riferimento, confusione di carica; per ogni fonte di errore sistematico ne analizza l'origine e ne riporta il valore in funzione dell'energia.

Nell'ultima parte della presentazione, Bertucci mostra i risultati della frazione di positroni in funzione dell'energia messa a confronto con gli altri esperimenti (FERMI, PAMELA) e in più riporta, come esempio, il confronto dei dati di AMS con un modello minimale con il quale si trova ottimo accordo. Conclude riassumendo i risultati dei primi 6.8 milioni di eventi di elettroni e positroni primari raccolti da AMS sulla ISS:

- ad energie inferiori a 10 GeV si osserva una decrescita nella frazione di  $e^+$ ;
- al crescere dell'energia si osserva una crescita stazionaria tra i 10 ÷ 250 GeV;
- la determinazione del comportamento della frazione di positroni da 250 a 350 GeV e oltre richiede maggiore statistica;
- la pendenza della frazione di  $e^+$  in funzione dell'energia decresce di un ordine di grandezza da 20 a 250 GeV e nessuna struttura fine viene osservata. L'accordo tra i dati e i modelli mostra che lo spettro di frazione di positroni è consistente con i flussi di  $e^{+,-}$ .

Infine Bertucci ringrazia personalmente la CSN II per aver supportato in tutti questi anni l'attività di AMS in seno all'INFN.

### ***Discussione***

**A. Garfagnini** domanda quando la Collaborazione ha intenzione di rendere noti e pubblicare altri risultati oltre la frazione di positroni. **Bertucci** risponde che le misure di AMS saranno il riferimento per il futuro in questo settore della fisica astroparticellare per cui la Collaborazione AMS non ha nessuna fretta di pubblicare alcunché che non sia all'altezza di quanto atteso dalla comunità scientifica.

## ***10 Attività sperimentali in corso su raggi cosmici nello spazio (LINEA 4) di Mirko Boezio***

Alle ore 17:20 **Mirko Boezio** della Sezione INFN di Trieste presenta una rassegna (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla Linea 3 di ricerca della Commissione Scientifica Nazionale II dedicata alle attività sperimentali in corso sui Raggi Cosmici nello Spazio.

Preliminarmente Boezio ringrazia i responsabili degli esperimenti, sia INFN che altri, per aver fornito l'aggiornamento dei risultati o lo stato dell'arte degli esperimenti. Elenca gli esperimenti finanziati dalla CSN II per la Linea 4 che sono: AGILE, dedicato all'astrofisica gamma nell'intervallo di energie 30 MeV-50 GeV in presa dati dal 2007 ma ora non più finanziato dall'INFN; AMS-02, per la rivelazione di raggi cosmici carichi nell'intervallo di energie 500 MeV-2 TeV e in presa dati dal 2011; Fermi, dedicato all'astrofisica gamma e alla misura di raggi cosmici carichi di energie tra 100 MeV-300 GeV e 7GeV-~1 TeV e in presa dati dal 2008; DAMPE, per misure di astrofisica gamma e raggi carichi per energie tra i GeV-10 TeV, da installarsi sulla stazione spaziale cinese nel 2015 e in fase di approvazione da parte dell'INFN; GAMMA-400-RD, dedicato all'astrofisica gamma e ai raggi carichi per energie pari a 30 MeV-3 TeV/GeV-PeV, il cui lancio è previsto per il 2018, approvato dalla Russia e di recente approvato come R&D dall'INFN; JEM-EUSO-RD, per raggi cosmici di energie  $> 5 \times 10^{19}$  eV la cui installazione sulla Stazione Spaziale Internazionale è prevista per il 2017; WIZARD, per la misura di raggi cosmici carichi di energie 50 MeV-1 TeV.

Boezio esamina i vari stadi della vita dei raggi cosmici partendo dalle sorgenti e il fenomeno di accelerazione e spiegando l'accelerazione diffusiva in urti newtoniani non collisionali all'interno di fronti d'onda d'urto da esplosione di Supernovae (SN) che conduce a spettri energetici con legge di potenza osservata. La teoria a riguardo non è in grado di spiegare, tuttavia, il raggiungimento dell'energia massima, né perché le particelle ritornino a diffondere nel fronte d'onda e neppure come avvenga l'iniezione delle particelle nella regione di accelerazione. È necessaria una teoria non lineare che permetta di descrivere la reazione dinamica delle particelle accelerate, la fenomenologia dell'iniezione, la fuga di particelle dai confini della regione di accelerazione. L'accelerazione di particelle primarie in fronti d'onda d'urto di SN arriva, comunque, a ben oltre 100 TeV.

Nel seguito, Boezio descrive lo strumento TIGER (Trans-Iron Galactic Element Recorder) che ha effettuato due voli su pallone sorvolando l'Antartide a dicembre 2001 (32 giorni) e a dicembre 2003 (18 giorni) e seguito dal nuovo potenziato Super-TIGER in volo dal 9 dicembre 2012 all'1 febbraio 2013, che ha misurato le abbondanze degli elementi nei raggi cosmici galattici, il cui studio consente di avere informazioni sulle possibili sorgenti e sul mezzo interstellare all'interno della nostra Galassia.

Boezio mostra quindi gli spettri di protoni e nuclei di Elio misurati tra  $1 \div 10^4$  GeV e i flussi assoluti che presentano una deviazione dalla singola legge di potenza in corrispondenza di 232 GeV e 243 GeV rispettivamente. Uno degli strumenti che ha consentito la misura è il rivelatore CREAM-1 (Cosmic Ray Energetics and Mass) che con sei voli e cumulando 161 giorni di esposizione sull'Antartide ha fornito uno spettro "all particle" molto accurato. L'idea è di ampliare l'esposizione di un ordine di grandezza posizionando un secondo CREAM sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS-CREAM) con lancio programmato per il 2014.

Boezio cita poi la missione GAMMA-400, soffermandosi sulle caratteristiche del rivelatore, l'orbita, il calorimetro adoperato a cristalli cubici di CSI che dovrebbe coprire lo spettro tra  $10^{12} \div 10^{16}$  circa.

Nella II parte della presentazione, Boezio affronta il tema della ricerca di elettroni/positroni nei raggi cosmici con esperimenti nello spazio. Gli elettroni di alta energia hanno un rate di perdita di energia elevato, una vita media di circa  $10^5$  anni per energie superiori a un 1 TeV. Il trasporto di raggi cosmici galattici attraverso lo spazio interstellare è un processo diffusivo e ciò implica che la sorgente di elettroni di alta energia distino meno di 1 kpc dalla Terra. Gli elettroni sono accelerati in Resti di Super Novae (SNR) e soltanto una manciata di SNR osservate si accordano ai criteri di vita media e distanza degli elettroni. La missione FERMI ha misurato lo spettro "all electron" ( $e^- + e^+$ ) che Boezio mostra insieme agli spettri di  $e^-$  misurato da PAMELA. Una spiegazione astrofisica dei dati osservati è nelle pulsa: il campo magnetico rotante di una pulsar tira via gli elettroni che accelerati emettono gamma che producono  $e^\pm$  che sono intrappolati nella nuvola di plasma e ulteriormente accelerati e più tardi rilasciati, il che spiegherebbe alcune strutture viste nella curva dello spettro.

Boezio descrive poi il rivelatore CALET (High Energy Electron and Gamma Ray Telescope) sulla ISS che tra gli altri obiettivi di fisica ha la misura dello spettro di elettroni nella regione trans-TeV e mostra i risultati sullo spettro di elettroni al di sotto del TeV e al di sopra del TeV che CALET è in grado di fare con un'eccellente risoluzione energetica e l'esperimento CREST (Cosmic Ray Electron Synchrotron Telescope), le caratteristiche strumentali e i risultati sullo spettro di elettroni ottenuti con voli sull'Antartide tra il 2011 e il 2012.

Presenta il progetto DAMPE (Dark MATter Satellite) voluto dall'Accademia delle Scienze Cinese (CAS) il cui lancio è atteso per il 2015. Infine Boezio mette e a confronto le prestazioni degli esperimenti nel campo della rivelazione di elettroni nello spazio: ATIC, PAMELA, FERMI, AMS, CALET, e il futuro

DAMPE.

Nella III parte della presentazione, Boezio descrive la ricerca indiretta di materia oscura e anti-particelle con strumenti nello spazio facendo alcune brevi premesse teoriche sulla strategie di ricerca di fotoni indotti da materia oscura (le particelle di materia oscura sono stabili e possono annichilirsi in coppie). Tuttora FERMI non ha evidenziato nessun segnale di anti materia. Le missioni spaziali per ricerca di anti-materia sono BESS LDBF (2004-2007), AMS02 (2011-), PAMELA (2006-) e in futuro GAPS (2017?) e PEBS (2014?). Nel seguito Boezio mostra la frazione elettroni/positroni misurata da PAMELA e quella misurata da FERMI e da AMS-02 a confronto da cui emerge un'enigma: lo spettro di positroni nei raggi cosmici è significativamente più "duro" di quello atteso dalla produzione secondaria laddove lo spettro di antiprotoni nei raggi cosmici è in accordo con la produzione secondaria.

Boezio discute brevemente poi la ricerca di anti-deuterio con l'esperimento GAPS (Generale Anti-Particle Spectrometer), ne descrive i dettagli sperimentali e il piano temporale con il primo volo previsto per il 2017.

Nell'ultima parte della presentazione, Boezio affronta il tema della ricerca di raggi cosmici di energia estrema (UHECR), raggi cosmici di energie al di sopra di  $10^9$  eV e i risultati chiave degli esperimenti AUGER e HiRes che osservano una soppressione del flusso in quella regione, AUGER in più osserva un'anisotropia nella direzione di arrivo delle particelle per energie superiori a  $5 \times 10^{19}$  eV che consentirebbe un'astronomia particellare. Spiega brevemente l'origine dei UHECR secondo i due scenari "Top-Down" e "Bottom-Up" e sottolinea che per dirimere la questione occorre un salto nell'esposizione da  $2 \times 10^4 \text{ km}^2 \text{ year sr}$  di AUGER ad almeno  $10^6 \text{ km}^2 \text{ year sr}$  che può essere possibile con il progetto JEM-EUSO con l'uso di un telescopio di fluorescenza per la rivelazione di sciame estesi in aria da installarsi sulla Stazione Spaziale Internazionale.

### ***Discussione***

Non ci sono domande né interventi.

## **11 DAMPE di Giovanni Ambrosi (PG)**

Alle ore 18:00 **Giovanni Ambrosi** della Sezione INFN di Perugia presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulla partecipazione dell'INFN al progetto DAMPE (DARk Matter Particle Explorer satellite).

Ambrosi presenta gli obiettivi scientifici di DAMPE che sono la rivelazione nello spazio di particelle di alta energia e la ricerca di anti-materia. DAMPE è una delle 5 missioni su satellite del Programma di Ricerca con Priorità Strategica sulla Stazione Spaziale dell'Accademia delle Scienze Cinese (CAS). Si presenta come un naturale *follow-up* degli esperimenti Fermi e AMS-02. La sua costruzione è stata approvata a dicembre 2011 e il lancio previsto tra il 2015 e il 2016 con una vita media prevista di circa 3 anni. Il satellite peserà meno di 1900 kg e il payload circa 1340 kg e sarà posto ad un'altezza rispetto alla superficie terrestre di 500 km su un'orbita sincrona al Sole con un periodo di rotazione di 90 minuti. Il satellite ospiterà un rivelatore costituito da strisce di scintillatore, un tracciatore al silicio, un calorimetro BGO e un rivelatore di neutroni e combinerà un telescopio spaziale di raggi  $\gamma$  con un calorimetro di immagini. Ambrosi descrive i dettagli e le prestazioni previste per i vari sottorivelatori.

Ambrosi ritiene che la proposta rappresenti una grande opportunità per l'INFN di partecipare alla prossima generazione di esperimenti nello spazio, di avere accesso a dati scientifici significativi, di mettere a frutto le competenze esistenti in un nuovo progetto scientifico e di aprire ulteriori possibilità di collaborazione con la Cina nel campo della fisica astroparticellare e della tecnologia spaziale.

Riferisce dell'accordo già esistente siglato tra INFN e CAS in data 13 gennaio 2006 e dell'accordo firmato di recente, 18 giugno 2012, tra INFN e IHEP (Institute of High Energy Physics). Mette poi a confronto le caratteristiche di DAMPE con quelle di altre missioni su satellite esistenti (AMS-02, Fermi-LAT, CALET e GAMMA-400). Entra nella descrizione dei dettagli del tracciatore, delle sue componenti e delle prestazioni, dei rivelatori al silicio, dell'elettronica di lettura del segnale, della meccanica. Discute il piano temporale del progetto e presenta la Collaborazione e gli accordi fra le varie parti. Per quel che riguarda i finanziamenti, CAS e IHEP finanzieranno il progetto e la produzione del tracciatore e delle sue componenti, la qualificazione spaziale e le spese di missione del personale coinvolto in tutte le attività suddette, il che equivale a un finanziamento per l'INFN di  $1 \div 1.5$  Meuro in 3 anni.

Ambrosi riporta poi alcuni stralci del Memorandum of Understanding che prevede l'ingresso paritario delle 4 unità: IHEP, PMO (Purple Mountain Observatory-Cina), INFN e Università di Ginevra e mostra la suddivisione di compiti e responsabilità tra i vari gruppi partecipanti. Ambrosi osserva che è la prima volta che si entra in un esperimento senza portare in dote un rivelatore e i finanziamenti per realizzarlo ma portando in dote le proprie competenze. Infine presenta un riassunto del budget di spesa complessivo previsto per l'intero progetto.

### *Relazione del referee*

Interviene **Ivan De Mitri** a nome dei referee assegnati alla proposta (I.De Mitri, N.Mazziotta e D.Campana) riferendo che hanno avuto di recente un incontro telematico con il gruppo di Perugia.

De Mitri premette che il programma cinese nel settore della fisica dei raggi cosmici nello spazio prevede la messa in orbita di un satellite (DAMPE) e successivamente l'installazione di uno strumento sulla stazione spaziale cinese (HERD) per lo studio di raggi cosmici (gamma, elettroni, nuclei) fino ad energie di  $10 \div 100$  TeV. Gli obiettivi scientifici di DAMPE sono la misura dello spettro di raggi  $\gamma$ , elettroni e positroni da 5 GeV a 10 TeV, la ricerca di materia oscura, lo studio dello spettro dei nuclei e la composizione chimica, l'astronomia gamma ad alta energia. DAMPE costituisce il follow-up delle missioni PAMELA, Fermi/LAT e AMS-02 con diversi punti di forza: l'estensione dell'intervallo energetico, la migliore risoluzione energetica e la possibilità di presa dati in parallelo con alcune delle missioni oggi in orbita. Passando allo schema del rivelatore, i caveat dei referee riguardano alcuni punti che richiederebbero un'ottimizzazione: servirebbe migliore copertura del Veto dei carichi per i fotoni, il blocco superiore di scintillatore potrebbe introdurre del fondo nella misura di gamma ed elettroni a causa delle interazioni adroniche dei nuclei, la distanza W-Si dovrebbe essere ottimizzata per evitare di introdurre errori di puntamento per i gamma, la stima della risoluzione angolare per i fotoni sembra essere ottimistica dato lo spessore, posizione e numero di piani di W, non esistono ancora strategie per il trigger e la rate di dati. Per quanto riguarda l'orbita e la strategia di osservazione, invece, i referee ritengono che l'orbita polare sia poco comprensibile per questo tipo di misure e potrebbe dare un elevato trigger rate e che, data la limitata accettazione, forse sarebbe opportuno rivedere la strategia di puntamento.

In confronto a strumenti già esistenti, occorre capire bene le prestazioni sulla rivelazione di  $\gamma$  di DAMPE se si vuole che esso contribuisca a dare informazioni sulla presenza della linea di materia oscura a 130 GeV osservata di recente. Il punto di forza di DAMPE è certamente la risoluzione energetica che consentirebbe di vedere strutture laddove ci fossero, tuttavia dato che l'accettazione di DAMPE è circa 1/6 di quella di LAT il rapporto segnale/fondo potrebbe essere non sufficiente nonostante la buona risoluzione energetica. Per quanto riguarda poi la rivelazione di  $e^+$ ,  $e^-$ , DAMPE potrebbe contribuire e probabilmente essere in grado di verificare il picco di "ATIC". Per quanto riguarda la misura di protoni e nuclei, infine, avendo un'accettazione sufficientemente alta e avvantaggiandosi della presenza del misuratore di carica, è possibile rivelare raggi cosmici ma bisognerebbe avere una migliore stima dell'accettazione e dell'efficienza energetica per poter definire meglio l'intervallo energetico di osservazione, che nel progetto è previsto essere  $100 \text{ GeV} \div 100 \text{ TeV}$ . Se così fosse DAMPE sarebbe sensibile in una regione oggi di grande interesse che è quella del "break" ma presto potrebbero esserci i risultati di AMS-02 a riguardo.

In conclusione De Mitri riassume le osservazioni dei referee sulla proposta DAMPE come segue: è un'opportunità per continuare lo studio dei raggi cosmici nello spazio con una prospettiva a lungo termine. Le potenzialità di fisica ci sono ed è auspicabile una maggiore ottimizzazione del disegno e/o uno studio più dettagliato delle prestazioni e della strategia di presa dati per gli obiettivi scientifici posti. Per quanto riguarda il contributo INFN, al quale si affida il disegno e la costruzione del tracciatore a silicio con il supporto finanziario della Cina, i referee si chiedono se ci sono opportunità per altri gruppi (oggi partecipa la sola Sezione di Perugia) di inserirsi in futuro nella simulazione del rivelatore e negli studi di fisica per altri gruppi. De Mitri osserva, infine, che se si accetta questa proposta bisognerebbe poi fare un confronto con altre proposte (vedi GAMMA-400) e decidere il futuro dei finanziamenti della CSN II in questo campo al fine di ottimizzare le risorse.

### *Discussione*

Ha inizio una discussione alla quale partecipano principalmente il Presidente, Ambrosi, De Mitri, Pallavicini, Mazziotta. Maggiormente rilevante è il contributo di **Ambrosi**, il quale ricorda che in origine DAMPE era un progetto esclusivamente cinese, poi l'Università di Ginevra, per connessioni personali, ha

avviato il processo di internazionalizzazione del progetto chiamando dentro la Sezione INFN di Perugia con la quale c'era una lunga storia di collaborazione nella realizzazione di tracciatori al silicio. A ottobre 2012 è stato stipulato l'accordo tra Università di Ginevra e la Cina e Ambrosi ha chiesto che nella versione v.1.0 del MoU, ovunque comparisse l'Università di Ginevra, venisse affiancato l'INFN. Nel seguito, a partire da dicembre 2012, il gruppo di Perugia ha iniziato a lavorare al progetto e la situazione si è evoluta molto rapidamente. Occorre quanto prima sedersi al tavolo delle trattative in maniera ufficiale.

Ambrosi conferma che il manpower è assolutamente adeguato all'iniziativa e sarà finanziato dalla Cina, ciononostante la possibilità di ingresso di altri gruppi INFN su item di simulazione e di fisica è completamente aperta e benvenuta da parte dei Cinesi ma dovrebbe essere a carico INFN.

## 12 *JEM-EUSO* di Piergiorgio Picozza

Alle ore 18:40 **Piergiorgio Picozza** della Sezione INFN di Roma Tor Vergata presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sullo stato di avanzamento del progetto JEM-EUSO (the Extreme Universe Space Observatory onboard the Japanese Experiment Module).

Picozza introduce preliminarmente la Collaborazione internazionale costituita da Giappone, Europa (con la partecipazione di Bulgaria, Francia, Germania, Italia, Polonia, Slovacchia, Spagna e Svizzera), USA, Corea, Messico e Russia per un totale di 13 paesi partecipanti, 77 istituti (con l'istituto guida che è il RIKEN) e più di 280 ricercatori e con il contributo delle Agenzie Spaziali: JAXA (Giappone), ESA (Europa), NASA (USA), Roscomos (Russia). Picozza illustra poi i concetti della missione che prevede l'installazione di un telescopio di fluorescenza per la rivelazione di sciami estesi in aria indotti da raggi cosmici primari di energia elevata sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) nella posizione dell'attuale Modulo Sperimentale Giapponese (JEM= Japanese Experiment Module). Descrive nel seguito uno schema del telescopio di fluorescenza e delle suoi componenti e ne elenca i parametri caratteristici, dal campo di vista all'efficienza dei fotorivelatori. Il rivelatore sarà inoltre corredato di un sistema di monitoraggio atmosferico che include una camera a infrarosso (IR), una stazione lidar e un sistema per il conteggio continuo dei fotoni di fondo cielo. L'area visibile dal telescopio va da circa  $1.3 \times 10^5$  km in modalità "nadir" a circa  $1.0 \times 10^6$  km in modalità "tilted". Picozza illustra poi gli obiettivi di fisica del progetto con le principali finalità che sono l'identificazione di sorgenti di raggi cosmici di energia estrema, la misura dello spettro energetico delle singole sorgenti e la misura dello spettro trans-GZK. Attualmente il caso scientifico di JEM-EUSO è stato definito, la strumentazione progettata nonché le prestazioni simulate; gli elementi chiave dell'apparato sono stati implementati e due esperimenti *pathfinder* sono in corso. Per quanto riguarda lo strumento, in particolare, i prototipi delle parti fondamentali sono in avanzato stato di realizzazione (lenti, PDM, Camera IR) e la meccanica del telescopio è in fase di studio in Russia.

Il progetto ha ricevuto un largo consenso nella comunità scientifica e le procedure per l'approvazione finale sono in atto (il documento di fase A è in preparazione); il progetto è stato sotto posto al controllo ed esame di più di 10 commissioni di JAXA, ESA, NASA, ROSCOMOS, CNES, INFN, IN2P3, MCCIN. In particolare, l'ESA ha incluso JEM-EUSO nel programma ELIPS e dovrebbe assumere la responsabilità del coordinamento della Collaborazione europea, la NASA ha classificato eccellente il progetto e ROSCOMOS ha espletato una serie di passi formali e a giugno 2012, sulla base dell'approvazione da parte del CSTC, l'Università Statale di Mosca e la Collaborazione JEM-EUSO hanno definito un accordo per la realizzazione della struttura meccanica da parte della Russia.

L'istituto RIKEN è responsabile dell'esperimento e la JAXA è responsabile dell'integrazione dell'equipaggiamento sulla ISS e del coordinamento con i partner internazionali della Stazione Spaziale Internazionale. Le varie agenzie di finanziamento nazionali (INFN, CNRS, etc.) finanziano le lenti, l'elettronica, la camera IR, la meccanica, etc. e tutti i Paesi partecipanti contribuiscono al programma di simulazioni.

Nella seconda parte della presentazione, Picozza presenta i due esperimenti *pathfinder* che sono EUSO-TA e EUSO-Balloon.

EUSO-TA (EUSO-Telescope Array) prevede l'installazione di un primo prototipo che usa vari elementi sviluppati per il telescopio di JEM-EUSO (la meccanica, le lenti, l'elettronica di DAQ) presso il sito dell'esperimento Telescope Array in Utah (USA). Le varie parti sono state sottoposte a test al RIKEN e già installate in Utah. EUSO-Balloon prevede il lancio di un prototipo su pallone e Picozza illustra i vari passi del lavoro in corso.

Nell'ultima parte della presentazione, Picozza riferisce i punti salienti dell'ultimo meeting tra JAXA-NASA-Riken avvenuto il 13 novembre 2012 al RIKEN a Tokyo. In quell'occasione la NASA si è pronunciata considerando il progetto JEM-EUSO come uno degli elementi essenziali dell'osservatorio di raggi cosmici sulla ISS. Picozza riporta anche le criticità emerse nella collaborazione NASA-JAXA e NASA-Collaborazione JEM-EUSO. Nell'immediato futuro (aprile-maggio c.a.) si prevedono incontri importanti tra i vari partner ai quali Picozza parteciperà.

### ***Discussione***

Non ci sono domande né interventi.

Il **Presidente Battiston** reputa molto rassicurante la presentazione odierna ricordando che la CSN II ha scommesso da sempre su questa iniziativa, dando sostegno a P.Picozza, ben conscia della complessità di questo esperimento.

## **13 *Advanced Virgo* di Fulvio Ricci**

Alle ore 19:15 **Fulvio Ricci** della Sezione INFN di Roma presenta una relazione (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sullo stato di avanzamento del progetto Advanced Virgo.

Ricci parte dalla lista degli articoli pubblicati o in fase di preparazione della Collaborazione VIRGO e da una sintetica descrizione dello schema sperimentale di Advanced Virgo. Discute poi del lavoro sulle infrastrutture: attività in corso, stato di avanzamento dei lavori e piano futuro riguardo le attività ingegneristiche sul sito.

Entra poi nei dettagli delle varie operazioni relative alla realizzazione del sistema per il vuoto, degli specchi, delle sospensioni magnetiche, del sistema di isolamento sismico, della nuova elettronica di controllo, della sua prototipizzazione e dei test sui prototipi. Passa poi alla descrizione del payload che include specchi più pesanti, nuove sospensioni monolitiche e altri elementi con l'obiettivo di ottimizzare le prestazioni del rumore termico. A tal scopo sono state realizzati tre tipi di payload: 1) Beam Splitter, con elementi ottici più grandi (diametro di 500 mm); b) Input Mirrors che include il piatto di compensazione) e 3) End Mirrors, simile al precedente ma senza piatto di compensazione. Inoltre descrive nel dettaglio il nuovo sistema laser per la produzione di fibra  $SiO_2$  e l'ottimizzazione delle estremità finali della sospensione monolitica. Il prototipo di payload di tipo BS è stato installato sul sito di EGO ed è sottoposto localmente a test, il payload di tipo IT è in fase di costruzione e i test vibrazionali del piatto di compensazione sono tutti eseguiti presso la Sezione INFN di Roma. Ricci prevede che entro la fine del mese in corso tutti i prototipi di payload saranno integrati nel super-attenuatore della torre dell'Estremità Nord sul sito di EGO. Si dilunga poi nella descrizione del sistema di compensazione termica, cruciale in Advanced Virgo per correggere le aberrazioni delle ottiche dell'interferometro e dello stato di realizzazione e dei test ai quali è sottoposto.

Nella parte finale della presentazione, Ricci riporta che il commissioning partirà a metà del 2014 e che la Collaborazione deve essere pronta a completare in tempo l'installazione, a provvedere alla disponibilità del laser e alle prime fasi dell'attività di commissioning, pur permanendo alcuni problemi da affrontare, principalmente sul laser e la compensazione termica. Ricci conclude affermando che il progetto Advanced VIRGO sta proseguendo velocemente, che la programmazione è severa ma che il piano temporale degli obiettivi cruciali da raggiungere non è cambiato e che la fine della costruzione-integrazione rimane fissata per l'autunno 2013.

### ***Discussione***

Non ci sono domande né interventi.

Il **Presidente Battiston** ringrazia Ricci per la presentazione e riconosce i progressi importanti che la Collaborazione sta facendo a dimostrazione dell'intenso lavoro che è in corso.

## 14 *Attività sperimentali in corso su Gravità e Fisica Generale (LINEE 5 e 6)* di Rosario De Rosa

Alle ore 19:40 **Rosario De Rosa** della Sezione INFN di Napoli presenta una rassegna (*relazione disponibile in formato elettronico sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna*) sulle Linee 5 e 6 di ricerca della Commissione Scientifica Nazionale II dedicate rispettivamente alle Onde Gravitazionali e alla Fisica Generale.

Nella I parte della presentazione De Rosa affronta il tema della ricerca delle onde gravitazionali. La Linea 5 della CSN II si articola in 5 esperimenti che sono AURIGA, ROG e RARENOISE in fase di presa dati, VIRGO in fase di potenziamento e LISA-Pathfinder in costruzione. De Rosa discuterà anche di attività sulle onde gravitazionali non finanziate dall'INFN, quali GEO, LIGO e KAGRA, e delle proposte future nell'ambito dei rivelatori terrestri (LIGO-India, AIGO, ET) e spaziali (eLISA/NGO e DECIGO). Inizia la sua rassegna con l'esamina dell'esperimento AURIGA che è un sistema di tre oscillatori in risonanza accoppiati: una barra risonante di 2.3 tonnellate e 3 metri di lunghezza accoppiata a un trasduttore meccanico, un risuonatore più leggero; un trasduttore capacitivo, un circuito LC, il terzo risuonatore converte poi il moto differenziale tra la barra e il risuonatore in una corrente elettrica. La frequenza del risuonatore è messa in risonanza con la frequenza di risonanza del circuito LC a 930 Hz alla temperatura di 4.5 K. Di recente la Collaborazione ha pubblicato i propri risultati su *Physys Letters* ponendo i limiti alla fisica alla scala di Planck su variabili macroscopiche. In base al Principio di Indeterminazione generalizzato che dà una modifica alla scala di Planck dello spettro energetico di un oscillatore quantistico, e tenero conto dell'energia minima sperimentale ( $E_{exp} = 1.3 \times 10^{-26}$ ) dell'oscillatore, AURIGA vincola  $\beta_0$  ad essere  $< 3 \times 10^{33}$ .

De Rosa descrive poi l'esperimento NAUTILUS presso i LNF e i suo tre record: il rivelatore massiccio più freddo al mondo (2.5 ton alla temperatura di 90 mK), la prima rivelazione acustica di raggi cosmici e il più lungo run scientifico di un rivelatore di onde gravitazionali (10 anni continui di presa dati). Di recente sono stati pubblicati i dati congiunti di 3 anni di presa dati di AURIGA e NAUTILUS i quali continueranno a rimanere in funzione, fino a quando gli interferometri LIGO/Virgo riprenderanno le operazioni, nell'ambito del programma denominato AUNA: un "Astrowatch di AUriga e NAutilus su trigger astronomico di interesse da neutrini per Supernovae galattiche, da flash X per flares giganti, etc. Nell'ambito di questa rete la presa dati è coordinata in modo da massimizzare il tempo osservativo, si opera una selezione del trigger di interesse astrofisico (qualche unità per anno) e si consente uno scambio di dati mentre l'analisi dei dati viene eseguita con metodologie diverse, infine si definisce il metodo per comporre i risultati finali delle analisi.

De Rosa delinea nel seguito i risultati dell'esperimento RareNoise che ricerca l'effetto di un flusso di calore di corrente continua (dc) sul rumore termico di oscillatori meccanici: all'equilibrio (ovvero in assenza di flusso di calore) il rumore termico può essere usato come un termometro dell'oscillatore (per il principio di equipartizione) laddove non è detto che in uno stato stazionario di non equilibrio (i.e. flusso di calore costante) possa ancora esserlo. Quello che si trova si trova sperimentalmente è che l'energia delle fluttuazioni di vibrazione dipende anche dal flusso di calore. L'effetto si osserva negli oscillatori (di alluminio) trasversi e longitudinali ma non negli oscillatori di torsione (al silicio). La Collaborazione ha sviluppato un modello numerico dei modi di oscillazione longitudinale che mostra una dipendenza dal flusso di calore simile a quella osservata sperimentalmente e un modello teorico che interpreta i risultati in termini di correlazione tra modi normali dovuti al non equilibrio. De Rosa descrive l'apparato di misura e riferisce che il progetto ha ricevuto un finanziamento ERC fino a giugno 2013, che la presa dati continuerà fino alla fine del 2013 e che nel 2013 sono stati proposti un PRIN e un FIRB sulla ricerca in corso e gli sviluppi futuri.

De Rosa cita poi Advanced VIRGO (schema strumentale e obiettivi scientifici), sottolineando che saranno pronti ad iniziare le misure il 2015 e rimanda alla presentazione di F.Ricci tenutasi precedentemente.

De Rosa ricorda poi LISA-Pathfinder parlando dello status dello sviluppo hardware e della massa di test, dell'alloggiamento dell'elettronica e del piano temporale del progetto in costruzione.

Nel panorama internazionale di interferometri per la rivelazione di onde gravitazionali, De Rosa cita Advanced LIGO, che sta procedendo speditamente, KAGRA, un rivelatore criogenico sotterraneo nella miniera Kamioka in Giappone con una temperatura prevista pari a 20 K per la massa test di 20 kg, e LIGO-India, un progetto di un inteferometro di 4 km per la rivelazione di onde gravitazionali, non ancora formalmente approvato e per il quale sono in corso le attività di selezione del sito con misure

sismiche, il futuro progetto eLISA, che prevede la caduta libera di particelle in velivoli spaziali e l'uso di un interferometro a doppio braccio con distanza pari a  $1 \times 10^6$  km e LISA che aggiunge un braccio all'interferometro e allunga la distanza a ben  $5 \times 10^6$  km.

Nella II parte della presentazione, De Rosa affronta la Linea 6 di ricerca dedicata alla Fisica Generale presentando le attività in corso in Commissione II che sono: G-GRANSASSO-RD sull'effetto lenze thirring, GGG sulla verifica del Principio di Equivalenza Debole, HUMOR sulla gravità quantistica, LARASE sul ranging laser dei satelliti, MAGIA sulla misura della costante di gravitazione universale, MIR sull'effetto Casimiro dinamico, MICRA sulla gravità a breve distanza, MOONLIGHT 2 sul ranging laser lunare e PVLAS sulla birifrangenza del vuoto.

G-GRANSASSO-RD usa raggi luminosi ad anello basati sull'effetto Sagnac si basa sul fenomeno che si presenta quando due fasci di luce propagandosi all'interno di un anello di raggio R (ring laser) completano il percorso con cammini che differiscono di un intervallo di tempo quando l'anello ruota con una certa velocità angolare. Diversi strumenti che si basano sull'effetto Sagnac con ring laser di piccolo raggio sono stati sviluppati, principalmente per la navigazione inerziale (aeroplani, sottomarini, etc.). La regione di interesse dipende dall'accuratezza del ring-laser e nel caso del prototipo G-Pisa si attesta tra  $10^{-7}$  e  $10^{-10}$  rad/s nel regime delle onde sismiche, GINGER vorrebbe raggiungere la sensibilità nel regime  $> 10^{-14}$  rad/s per verifiche di Relatività Generale. Le richieste per misurare il lenze-thirring sulla Terra sono: una sensibilità possibilmente migliore di  $10^{-14}$ , una velocità angolare misurata con accuratezza di una parte su  $10^9$  sulla superficie terrestre, la geometria dell'apparato controllata con accuratezza di poche parti su  $10^{10}$ . L'ostacolo sperimentale principale da affrontare in queste misure è la presenza del rumore di fondo. GINGER è un pathfinder e i gruppi italiani e tedeschi stanno attualmente lavorando al fine di renderlo reale. Prototipi di dimensioni ridotte sono in costruzione e G-PISA, il prototipo italiano di 1.35 m di lato, prenderà dati per poche settimane all'interno dei LNGS al fine di capire il moto rotazionale all'interno di una delle gallerie dei LNGS a frequenza bassissima.

De Rosa riporta poi su GGG, un esperimento che utilizza un accelerometro differenziale bidimensionale rapidamente rotante per la verifica del Principio di Equivalenza Debole, un test cruciale della Relatività Generale: una violazione implicherebbe il collasso della Teoria della Relatività Generale o l'esistenza di nuove forze in Natura. GGG nasce come prototipo dell'esperimento GG (Galileo Galilei) per la medesima misura nello spazio. De Rosa mostra i recenti miglioramenti apportati all'apparato e le attività in corso. De Rosa esamina poi l'esperimento HUMOR (Heisenberg Uncertainty Measured with Opto-mechanical Resonator), un esperimento per il test delle conseguenze del commutatore modificato nella dinamica di un sistema quantistico che si basa sull'idea originale di misura a partire dall'hamiltoniana di interazione opto-meccanica ovvero sondare la fisica alla scala di Planck con l'ottica quantistica. De Rosa ricorda che è significativo testare possibili deformazioni al commutatore su una vasta gamma di valori di test (sia piccolo che grande rispetto alla massa di Planck pari a  $22 \mu g$ ). Tra gli sviluppi previsti risulta particolarmente importante che un oscillatore meccanico macroscopico si comporta realmente come un oscillatore quantistico (con una recente verifica sperimentale in micro-oscillatori raffreddati).

De Rosa illustra brevemente l'esperimento LARASE per studi di fisica fondamentale con satelliti laser-ranged (?) con l'obiettivo di contribuire a migliorare significativamente il modello dinamico delle forze agenti sui satelliti LAGEOS, LAGEOS II e sul più recente LARES, in particolare per quanto concerne le accelerazioni perturbative prodotte da forze non-conservative. Il fine è di eseguire nuove misure relativistiche e di verificare le predizioni della Relatività Generale in campo terrestre con una stima degli errori che risulti robusta, chiara e affidabile. De Rosa presenta le varie attività, in corso e programmate per il futuro dalla Collaborazione e riporta che il lavoro è iniziato e sta procedendo su diversi fronti.

Presenta nel seguito l'esperimento MAGIA che si occupa della misura accurata della costante di gravitazione universale mediante interferometria atomica. Il gruppo di ricerca ha ottimizzato la sensibilità e la stabilità a lungo termine dell'apparato e curato tutte le sistematiche e ha di recente fornito una misura di G per ora preliminare. Tra le prospettive future lo sviluppo di un interferometro atomico avanzato per la misura avanzata di G, il test del Principio di Equivalenza e il test della Legge di Gravitazione universale di Newton.

De Rosa introduce poi il progetto MIR, una proposta sperimentale per la misura dell'effetto Casimir dinamico. Questo esperimento studia la creazione di particelle dal vuoto ottenuta mediante accelerazione non uniforme di una parete riflettente in una cavità risonante a microonde. Uno strato di semiconduttore (dello spessore di circa 150 nm) è posto sulla parte finale di una rientranza di una cavità risonante ad alto Q (realizzata in rame o niobio) con frequenza propria pari circa a 2.5 GHz. Usando luce laser modulata

in ampiezza di data frequenza, il semiconduttore commuta da trasparente a riflettente, producendo così un moto efficace e si ottiene un'amplificazione parametrica quando la frequenza è pari al doppio della frequenza propria. De Rosa descrive le misure eseguite finora che non mostrano l'effetto desiderato pertanto il semiconduttore è stato scartato e si è passati all'uso di un cristallo non lineare e di un semiconduttore con diodo variabile (varicap) con i quali le misure sono in corso.

De Rosa riporta sinteticamente di MoonLIGHT-2 (Moon Laser Instrumentation for General relativity High accuracy Test- Phase 2) che si basa sul principio Inviando impulsi laser alla Luna essi tornano indietro allargati a causa delle librazioni lunari, l'uso di un retroriflettore come quello usato per MoonLIGHT consente di inviare indietro sulla Terra impulsi risolti a dispetto delle librazioni e questo permetterebbe un test della Relatività Generale. Infine De Rosa parla dell'esperimento PVLAS, il cui scopo principale è la misura di birifrangenza e dicroismo magnetico nel vuoto prevista dalla QED. La birifrangenza magnetica è strettamente legata alla diffusione fotone - fotone mai ancora osservata nel vuoto direttamente. PVLAS si propone anche di migliorare i limiti in laboratorio sull'esistenza di particelle ipotetiche che si accoppiano a due fotoni, in particolare le Axion Like Particles (ALP) e le Millicharged Particles (MCP). Entrambe le ipotetiche particelle potrebbero generare sia una birifrangenza che un dicroismo. Le ALP sono legate al problema della materia oscura e alla non violazione di CP nelle interazioni forti, le MCP sono legate alla produzione virtuale di coppie particella-antiparticella con carica frazionaria. De Rosa conclude mostrando le misure e i limiti ottenuti dall'apparato PVLAS presso il laboratorio della Sezione INFN di Ferrara.

### ***Discussione***

Non ci sono domande né interventi.

Non ci sono altre questioni da discutere.

Dopo di ciò, esaurito l'ODG, la Riunione si scioglie alle ore 20:00.

## **III GIORNATA - 10.04.2013**

Il giorno 10 Aprile 2013, mercoledì, alle ore 8:30 nell'aula Angelo Marino (Edificio N.50 I piano) del Centro ENEA, Via Enrico Fermi, 45 -FRASCATI si è riunita la Commissione Scientifica Nazionale II.

## **Agenda della Riunione**

### **Sessione Chiusa - Ore 08:30-11:30**

1. **Comunicazioni**
2. **Richieste sblocchi sub-judice**
3. **Valutazione della CSN II relativamente al progetto ICARUS-NESSIE @ CERN**
4. **Valutazione della CSN II relativamente al progetto DAMPE**

Alle ore 08:30 ha inizio la Riunione odierna con il Punto 1. all'Ordine del Giorno della Sessione Chiusa:

### **1 Comunicazioni**

1. **Verbali:** la Commissione II approva i verbali delle Riunioni di CSN II del 23 luglio 2012 (Verbale N.04/2012), dell'1 febbraio 2013 (Verbale N.01/2013) e della riunione telematica del 6 marzo 2013 (Verbale N.02/2013).

2. **Consuntivi 2012:** Il **Presidente Battiston** ricorda che in data 21 marzo 2013 è stato diffuso un messaggio all'interno della Commissione II sul riempimento del database (DB) INFN dei Consuntivi 2012 nel quale si invitavano i Responsabili Nazionali di esperimenti in CSN II a compilare le schede dei Consuntivi per il proprio esperimento mediante l'accesso diretto al DB (<http://www.infn.it/consuntivi/2012>). Le informazioni riguardanti quanto assegnato dall'INFN ai singoli esperimenti e il numero degli FTE è di responsabilità della segreteria delle CSN mentre le milestone (percentuale di raggiungimento degli obiettivi previsti) vanno inserite a cura dei referee delle sigle.

La scadenza per la compilazione è fissata al 30 aprile c.a.

Il Presidente sottolinea che il corretto riempimento dei Consuntivi è particolarmente importante. Il Gruppo di Lavoro sulla Valutazione, il Presidente e la GE hanno bisogno dei dati dei Consuntivi per affrontare nel modo opportuno le scadenze e le procedure di valutazione ministeriale. Per questi motivi non ci sarà tolleranza nei confronti di chi non si attiva in maniera tempestiva per riempire i Consuntivi entro la scadenza del 30 aprile poiché causano intollerabili inceppamenti nel buon funzionamento di altre strutture dell'Ente.

L'importante novità da evidenziare è che a partire dal 2013 i Responsabili Nazionali devono compilare anche degli appositi campi relativi alla "prima destinazione" di laureati e dottorati del 2012. È un dato fondamentale, che serve all'Ente per ottimizzare ed orientare la sua azione.

Al momento attuale, tuttavia, solo una piccola frazione dei Responsabili Nazionali ha completato il riempimento e appare evidente che moltissime sigle non hanno iniziato la compilazione. Battiston invierà a breve un messaggio ai Coordinatori affinché sollecitino i Responsabili Nazionali e Locali a fare tutto il possibile per fare convergere nei tempi richiesti l'operazione di riempimento dei Consuntivi.

3. **Iniziative ERIC:** il **Presidente Battiston** comunica la sua intenzione di invitare prossimamente Masiero in CSN II in una sessione apposita per chiarire la situazione inerente le iniziative ERIC.
4. **Formazione:** il **Presidente Battiston** comunica che le informazioni riguardo la Formazione stanno circolando appropriatamente, che non c'è alcuna novità particolare e nessuna azione specifica da attuare.
5. **Convegno Italia-USA:** il **Presidente Battiston** riferisce che agli inizi di marzo 2013 si è tenuto un convegno presso l'Ambasciata Americana a Roma per i 50 anni di collaborazione Italia-USA nel settore spaziale destinando due sessioni specifiche su temi in cui è coinvolta la CSN II : una dedicata ai magneti superconduttori nello spazio affidata a R.Battiston e una dedicata all'uso di retroriflettori per missioni di esplorazione del suolo di pianeti e satelliti affidata a S.Dell'Agnello. Il convegno è stato organizzato da Roberto Vittori, Addetto Scientifico dell'Ambasciata Italiana a Washington (USA).
6. **MIR:** il **Presidente Battiston** comunica un cambio di responsabilità nell'esperimento MIR: Giovanni Carugno assumerà il ruolo di Responsabile Nazionale al posto del precedente Responsabile Zanello il cui incarico è scaduto per sopraggiunti limiti d'età;
7. **DAMA:** il **Presidente Battiston** segnala che la Spokesperson dell'esperimento DAMA, Rita Bernabei ha inviato alla CSN II un accurato Rapporto sull'attività annuale di DAMA per l'anno 2012 che rimane agli atti della Commissione (disponibile sul sito web della CSN II alla pagina della Riunione odierna)
8. **Nuovi referee:** la Commissione II discute dell'attribuzione di nuovi referee alle sigle ICARUS e LISA-PF:
- **ICARUS:** il **Presidente Battiston** comunica che Pasquale Fabbriatore, referee dell'esperimento ICARUS, ha chiesto di essere sollevato dall'incarico e che Laura Patrizii non può più ricoprire questo ruolo per conflitto di interesse. La Commissione II stabilisce di riorganizzare i gruppi di referaggio delle sigle ICARUS e NESSIE-RD deliberando i seguenti incarichi: per la sigla ICARUS i referee Pierluigi Belli, Mario Bertaina, Marco Pallavicini, Piera Sapienza (interni) e Francesco Terranova (esterno); per la sigla NESSIE-RD i referee Pierluigi Belli, Mario Bertaina, M.Pallavicini (interni) e Alessandro Marini e Francesco Terranova (esterni).

- **LISA-PF:** manca il referee interno in quanto E.Milotti, uno dei referee della sigla, ha terminato il suo mandato di Coordinatore nella Sezione INFN di Trieste. Egli si dichiara comunque disponibile a rimanere nel gruppo di referaggio in qualità di referee esterno.  
La Commissione II nomina Giuseppe Ruoso, Coordinatore dei Laboratori Nazionali di Legnaro, come referee interno alla CSN II della sigla LISA-PF e conferma la presenza di Eduardo Milotti in qualità di referee esterno.

9. **Spese per partecipazioni a conferenze:** il **Presidente Battiston** comunica alla Commissione II che un ricercatore della Sezione INFN di Padova, Tommaso Dorigo, in un intervento sul suo blog molto seguito in rete, che mantiene da circa 3 anni e in cui fa divulgazione scientifica, ha espresso un parere molto critico sull'eccessivo numero di conferenze nel settore della fisica e nei confronti dell'elevato numero di ricercatori INFN che vi partecipano, polemizzando che le risorse economiche spese in tale direzione potrebbero più utilmente venire impiegate per realizzare esperimenti e chiamando in causa il Presidente dell'Ente, F.Ferroni, invitandolo a un maggiore controllo. Il Presidente F.Ferroni, che non ha risposto sul blog, ha attivato un meccanismo di controllo della partecipazione alle conferenze dei ricercatori dipendenti e associati INFN e di verifica della gestione delle spese tramite i Direttori delle strutture INFN, Sezioni e Laboratori, che stanno investigando.  
Battiston ribadisce che la CSN II non finanzia direttamente la partecipazione a conferenze, la cui primaria fonte di sovvenzione resta quella dei fondi assegnati alle Dotazioni di Gruppo II. Si apre uno scambio di vedute tra i Coordinatori, che coinvolge principalmente Garfagnini, Mussa, Brofferio, Pallavicini, Battiston, Boezio, sull'utilità della partecipazione alle conferenze di fisica astroparticellare e sul loro finanziamento.
10. **Prossima riunione CSN II:** il **Presidente Battiston** comunica che la prossima riunione di CSN II sarà telematica ed è programmata per il 27 maggio 2013, lunedì a partire dalle ore 11:00.

Alle ore 09:30 si passa al Punto 2. all'Ordine del Giorno:

## 2 Richieste finanziarie aggiuntive e richieste sblocchi sub-judice

- **AMS**

Il **Presidente Battiston** esce.

Il referee R.Stanga presenta la richiesta di due sblocchi sub-judice sul capitolo di spesa Missioni (6 keuro per la Sezione di Bologna, 7.5 keuro per la Sezione di Pisa) da parte della Collaborazione e una richiesta aggiuntiva di 3 keuro sul capitolo di spesa Missioni per il gruppo di Trento, esprimendo parere favorevole a nome dei referee. La Commissione II APPROVA gli sblocchi s.j. e la richiesta di integrazione.

Il **Presidente Battiston** rientra.

- **AUGER**

Il referee M.Spurio presenta una richiesta di sblocco sub-judice sulla voce Missioni di 3.5 keuro (per aumento di 2 unità) da parte del gruppo di L'Aquila, esprimendo parere favorevole a nome dei referee. La Commissione II APPROVA lo sblocco s.j.

- **AURIGA**

Il referee A.Di Virgilio presenta la richiesta di integrazione di 5 keuro sulla voce Missioni per la Sezione di Padova da parte della Collaborazione. Presenta, inoltre, la richiesta di integrazione di 2 keuro sul capitolo di spesa Inventariabile per la Sezione di Padova per l'acquisto di un amplificatore, di 2 keuro per l'acquisto di 2 laptop su Inventariabile della Sezione di Padova e di 0.5 keuro di Manutenzione per la Sezione di Padova.

I referee propongono di ridurre le richieste di Missioni da 5 keuro a 3.5 keuro, di dirottare la richiesta dei laptop in maniera naturale sulle Dotazioni della Sezione di Padova e di approvare le altre richieste.

La Commissione II accoglie la proposta dei referee (3.5 keuro Missioni PD, 0.5 keuro Manutenzione PD e 2 keuro Inventariabile PD per l'amplificatore) e stabilisce che la richiesta di Inventariabile per i laptop vada sui fondi di Dotazione di Gruppo II a discrezione del Coordinatore locale che deciderà se e quando assegnarli.

- **BOREX**

Interviene il referee C.Brofferio riportando di una richiesta complessiva di sblocco sub-judice per Missioni di 36 keuro da parte della Collaborazione e di una richiesta aggiuntiva di 38 keuro (+ IVA) sul capitolo di spesa Apparati dei LNGS per manutenzione straordinaria del sistema di raffreddamento della sala di elettronica di BOREXINO. Il problema era stato già presentato alla Commissione II in precedenti occasioni e la Commissione II aveva suggerito, in opzione all'acquisto di un nuovo sistema, il riutilizzo del chiller dell'esperimento OPERA ed era stato dato mandato al Coordinatore M.Pallavicini di vagliarne la fattibilità.

Il **Presidente Battiston** legge la relazione pervenuta da Pallavicini sull'opportunità di comprare un nuovo sistema di condizionamento o utilizzare quello di OPERA. Dalla relazione di evince che sebbene da un punto di vista economico, non vi sia una sostanziale differenza nel riutilizzare un chiller preesistente (per una spesa pari a 38 keuro + IVA che comprende anche le spese per il riutilizzo del materiale di OPERA) anziché comprarne uno nuovo (per una spesa complessiva di circa 40 keuro), dovuta la fatto che riutilizzare l'impianto esistente comporta dei costi per realizzare linee più lunghe, da un punto di vista tecnico è la soluzione migliore poiché si tratta di un sistema di proprietà dei LNGS, già funzionante con backup, collegato ai circuiti dei LNGS e che lavora in doppio modo: può raffreddare o riutilizzare l'acqua già fredda.

Il Presidente riferisce che la soluzione ha incontrato il parere favorevole di M.Pallavicini, del Direttore dei LNGS, S.Ragazzi, dello Spokesman dell'esperimento OPERA, G.De Lellis ma quello contrario dello Spokesman di NESSIE-RD, L.Stanco che ha chiamato in causa il Presidente dell'INFN, F.Ferroni.

La Commissione II discute della questione e APPROVA la richiesta aggiuntiva di 38 keuro + IVA = 45 keuro della Collaborazione Borexino sulla voce Apparati ai LNGS per il riutilizzo del sistema di condizionamento di OPERA. Ritiene che se NESSIE dovesse averne necessità in futuro e la Commissione II riterrà opportuno verrà acquistato un nuovo sistema considerato che i costi di installazione nel trasportare un sistema preesistente dai LNGS per il suo riutilizzo al CERN superano di gran lunga l'acquisto di un sistema nuovo.

Infine la Commissione II APPROVA tutti gli sblocchi sub-judice di Missione richiesti.

- **Contributo Brogini ad hoc**

La Commissione II decide di APPROVARE le richieste finanziarie presentate da Brogini in sessione aperta (Verbale corrente I Giornata - 8 aprile 2013) per misure di radioattività di sorgenti su lunghi periodi. Esse ammontano a 4 keuro sul capitolo di spesa Missioni così suddivise: 1 keuro per la Sezione di Milano Bicocca sui fondi di Dotazione 2 e 2.5 keuro per la Sezione di PD sui fondi di Dotazione 2 aventi come motivazione missioni verso i LNGS e 0.5 keuro per i LNGS sui fondi di Dotazione con motivazione missioni verso PD.

- **CTA-RD**

Interviene il referee I.De Mitri riportando la richiesta di sblocco sub-judice di Missioni di 1 keuro da parte della Sezione di Napoli, esprimendo parere favorevole a nome dei referee. La Commissione II APPROVA lo sblocco s.j.

- **CUORE** Interviene B.Caccianiga a nome dei referee riportando la nuova richiesta di assegnazione fondi per Missioni sulla sede di Padova per turni di tecnico aggiuntivo pari a 14 keuro e la richiesta di sblocco sub-judice di Missioni di 3 keuro ancora per la Sezione di Padova.

I referee propongono 10 keuro di richiesta aggiuntiva e 3 keuro di sblocco sub-judice per Missioni sulla Sezione di Padova, la Commissione II APPROVA la proposta dei referee

La Collaborazione chiede, inoltre, complessivamente 20 keuro come nuova assegnazione sul capitolo di spesa Consumo (su varie sedi) e 8 keuro di sblocco s.j. di Consumo per i LNGS e 60 keuro di sblocco sub-judice sulla voce Spese per Servizi dei LNGS (con motivazione il supporto alla cooperativa dei LNGS per installazione).

I referee propongono di dimezzare le richieste di integrazione di Consumo (10 keuro in totale, su varie sedi come riportato nel DB Assegnazioni 2013) e di approvare tutti gli sblocchi s.j.

La Commissione II APPROVA la proposta dei referee.

- **CTF-RD-DARKSIDE**

Il **Presidente Battiston** riferisce che Gioacchino Ranucci ha scritto ai referee e a lui ricordando la richiesta di 84 keuro già avanzata a gennaio 2013 per il completamento del finanziamento per l'acquisto del TMB, solo parzialmente coperto con un anticipo di 50 keuro nel 2012 e chiede alla Commissione II, quando accorderà tale finanziamento, di operare un trasferimento di fondi direttamente al partner americano, che è la Princeton University.

Il **Presidente Battiston** legge la lettera di Ranucci alla Commissione II.

Il Presidente ricorda che, in base agli accordi passati, la seconda tranche di circa 80 keuro sarebbe stata assegnata dalla CSN II alla sigla nel 2014 e che Ranucci chiede di fatto un anticipo al 2013. La Commissione II conserverà memoria della richiesta di Ranucci, ben consapevole di essere in debito nei confronti del gruppo di Princeton di Dark-Side, e rimanda la discussione della questione alla riunione di settembre al momento degli Anticipi di Bilancio.

- **GERDA**

Interviene Incicchitti a nome dei referee riportando la richiesta aggiuntiva di Missioni sulla sede dei LNGS per invito di L.Pandola a presentare i risultati di GERDA alla conferenza TAUPP 2013 avanzata dalla Collaborazione ed esprimendo parere favorevole.

La Commissione II APPROVA la nuova assegnazione.

- **G-GRANSASSO-RD**

A.Di Virgilio esce.

Il referee R.De Rosa avanza una richiesta da parte della Collaborazione a sbloccare 3 keuro di Missioni sulla Sezione di Pisa necessari per eseguire una serie di test presso i LNGS dove l'apparato è stato di recente spostato ed esprime parere favorevole a nome dei referee.

La Commissione II APPROVA lo sblocco.

A.Di Virgilio rientra.

- **KM3Net** Il referee P.Belli presenta una richiesta di sbocco sub-judice di 46 keuro complessivi di Missioni su varie sedi, di 20 keuro di Apparati e di 5 per Manutenzione per la Sezione di Napoli per l'acquisto di una camera iperbarica in cofinanziamento con l'Università "Federico II" di Napoli (che contribuisce con 270 keuro), esprimendo parere favorevole a nome dei referee riconoscendo che la Collaborazione sta lavorando molto bene e speditamente.

Interviene il **Presidente Battiston** aggiornando la Commissione II su una richiesta di integrazione della Collaborazione KM3Net di 15 keuro di Trasporti (su varie sedi) e 69.5 keuro di Missioni (su varie sedi) per campagne di misura sui test-bench da dividere tra KM3 e KM3Net.

Ricorda che a settembre 2012, in fase di Assegnazioni di Bilancio 2013, la Commissione II aveva stabilito di scorporare i costi di trasporti e test sui test-bench, parte integrante della costruzione dei rivelatori ma non finanziate dal PON, dal Bilancio di CSN II e di chiederli alla Giunta Esecutiva dell'INFN a carico degli organi centrali e che l'operazione era stata preliminarmente, chiaramente e ampiamente discussa e condivisa dalla Dirigenza. A gennaio 2013 la Collaborazione KM3Net ne fa richiesta e a febbraio Battiston reitera la richiesta alla Presidenza scoprendo che non è più in grado di finanziare la suddetta voce per motivi di bilancio e suggerendo alla Collaborazione di attingere al contributo di di 2 Meuro ricevuto dal MIUR o, in alternativa, chiedendo un finanziamento alle istituzioni partner straniere.

La Collaborazione KM3Net ha già impegnato 1.1 Meuro a settembre 2012 per pagare il personale e sulla restante quota di 900 keuro deve caricare le spese per trasporti, etc, non previste nel PON per un totale di 248 keuro e nella delicata fase di rapporti internazionali che si sta costruendo non ritiene opportuno chiedere finanziamenti ai collaboratori stranieri.

Il **Presidente Battiston**, ritenendo critica la situazione di questa fase dell'esperimento, reputa doveroso venire incontro alle esigenze della Collaborazione attingendo a una frazione di Indiviso 2013. La Commissione discute.

Infine la Commissione II APPROVA la richiesta di nuova assegnazione pari complessivamente a 84.5 keuro da finanziare dal Fondo Indiviso e tutti gli sblocchi sub-judice avanzati.

- **JEM-EUSO**

Interviene il referee I.De Mitri riportando la richiesta di sblocco sub-judice sul capitolo di spesa Missioni per la Sezione di Torino pari a 1.5 keuro ed esprimendo parere favorevole a nome dei

referee.

La Commissione II APPROVA lo sblocco s.j.

- **MAGIC**

Interviene il referee N.Mazziotta riportando la richiesta di sblocco sub-judice sul capitolo di spesa Apparatî della Sezione di Padova avente come motivazione la sostituzione di specchi difettosi, esprimendo parere favorevole a nome dei referee.

La Commissione II APPROVA la richiesta di sblocco s.j.

- **MIR**

Il **Presidente Battiston** comunica di uno storno sulla voce Missioni dalla sede di Roma 1 sotto Dotazione 2 alla sede di Padova pari a 2.5 keuro.

La Commissione II prende atto dello storno suddetto.

- **Richiesta di A.Pullia**

Il **Presidente Battiston** informa di aver ricevuto da Antonino Pullia di Milano Bicocca la richiesta di aprire una sigla in sezione sulla proposta MOSCAB e una richiesta di assegnazione di 1 keuro di Missioni.

La Commissione II delibera di non aprire la sigla per il momento reputando il progetto non ancora maturo e la sua consistenza numerica debole.

La Commissione II approva l'assegnazione di 1 keuro di Missioni per Pullia sotto le Dotazioni 2 della Sezione di Milano Bicocca.

- **T2K**

Il referee M.Spurio avanza le richieste di sblocco sub-judice da parte della Collaborazione sul capitolo di spesa di Missioni cosî suddivise: 6 keuro Sezione di Padova + 7 keuro Sezione di Bari + 2.5 keuro Sezione di Napoli sotto Dotazioni 2 + 2.0 keuro Sezione di Roma sotto Dotazioni 2, per un totale di 17.5 keuro che i referee appoggiano.

La Commissione II APPROVA la richiesta di sblocco s.j. in toto.

- **VIRGO & VIRGO Advanced**

Interviene il referee R.Stanga riportando una richiesta da parte di F.Ricci, Responsabile Nazionale dell'esperimento, il quale richiede fondi non spesi nell'anno 2012 e venuti a mancare per motivi tecnico-amministrativi e promessi in ambito internazionale. Il **Presidente Battiston** ricorda che questi potranno eventualmente essere assegnati solo a chiusura di Bilancio 2012 che avverrà nel mese di maggio c.a. Il referee Stanga invita il Presidente a seguire l'iter presso i vertici INFN.

- **WARP**

Il **Presidente Battiston** riferisce che WARP chiede fondi pari a 36 keuro (+ IVA) per intervento di due aziende per lo smaltimento del materiale non riutilizzabile; nella cifra non sono inclusi i costo del trasporto per la criogenia che rimarrà presso i LNGS in attesa di definire la destinazione per successivi utilizzi. Si prevede che l'attività abbia inizio per il mese di maggio c.a. Il **Presidente Battiston** reputa opportuno valutare con cura la richiesta in assenza ad oggi di offerte da parte delle ditte.

La Commissione II non APPROVA la richiesta di assegnazione della Collaborazione WARP e si riserva di investigare sulla questione, dandone mandato a M.Pallavicini, A fronte dei risultati dell'indagine, il cui è atteso nell'arco di un mese a partire da oggi, e in caso di cifre non esorbitanti, la Commissione II si farà carico della spesa sul Bilancio 2013.

Alle ore 11:00 si passa al Punto 3. all'Ordine del Giorno:

### **3 Valutazione della CSN II relativamente al progetto ICARUS-NESSIE @ CERN**

La Commissione II discute sul documento formulato dal Presidente e dal gruppo di referaggio (P.Belli, M.Bertaina, M.Pallavicini, P.Sapienza) preparato per il CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell'INFN, ed eventualmente per il Council del CERN richiesto dal Presidente INFN F.Ferroni (verbale corrente -

I Giornata- 8 aprile 2013 - discussione a seguito dell'Intervento del Membro di Giunta A.Masiero) e circolato via e-mail in questi giorni in Commissione II. I Coordinatori intervengono suggerendo correzioni, osservazioni e commenti sul documento in esame.

Nel documento si esaminano gli aspetti programmatici, economici e tecnici, costi e manpower, tempistica di entrambe le proposte ICARUS e NESSIE. Nel documento la Commissione II sostiene essenzialmente che vadano avanti entrambi gli esperimenti, sottolineando comunque le difficoltà.

Si ricorda che i progetti ICARUS e NESSIE presso una neutrino short baseline facility (SBL) da realizzare al CERN, sono stati presentati alla CSN II nel corso del 2011. Trattandosi di nuovi progetti di grande complessità tecnico scientifica, la CSN II ha finanziato per entrambe le iniziative una fase di R&D tesa alla preparazione di un progetto dettagliato da sottoporre a valutazione accurata, prima della sottomissione al CTS. Per quanto riguarda la valutazione scientifica, la CSNII oltre ad avere discusso la questione al suo interno ha interpellato due colleghi teorici esperti nel settore delle oscillazioni dei neutrini (di cui allega i report al documento).

L'opinione complessiva è che il caso scientifico sia buono anche se motivato più che da spiegazioni teoriche dettagliate da una situazione sperimentale attualmente piuttosto confusa.

Una seconda considerazione riguarda la realizzazione contemporanea dei due rivelatori ICARUS e NESSIE: nel caso in cui le anomalie osservate da LNSD siano di origine strumentale o di carattere statistico, la messa in funzione di ICARUS al CERN risolverebbe la questione senza la necessità di uno spettrometro magnetico. Nel caso in cui, però, ci fossero indicazioni di nuova fisica legata ai neutrini sterili, la presenza dello spettrometro magnetico di NESSIE sarebbe di grande importanza per il suo studio. Dato lo sforzo previsto per la realizzazione del SBL al CERN e la messa in funzione di ICARUS al CERN, la CSN II raccomanda che sia contemporaneamente realizzato lo spettrometro magnetico NESSIE in modo da essere in grado realizzare un programma completo ed esaustivo relativamente alla questione del neutrino sterile.

Alle ore 11:15 si passa al Punto 4. all'Ordine del Giorno:

## 4 Valutazione della CSN II relativamente al progetto DAMPE

Il **Presidente Battiston** introduce la discussione sulla valutazione della proposta DAMPE invitando la Commissione II a prendere una decisione se accettare o meno il progetto e la modalità operativa sicuramente nuova per la CSN II (la Cina finanzia interamente la costruzione del rivelatore e chiede all'INFN di partecipare esclusivamente mettendo in campo le proprie competenze nel settore). Ha inizio uno scambio di vedute al quale partecipano De Mitri, Mazziotta, Pallavicini, Battiston. **De Mitri** ribadisce quanto affermato in sessione aperta a seguire l'intervento di Ambrosi (II Giornata - 9 aprile 2013) che il disegno è ottimizzabile ma che è certamente un'opportunità da cogliere con l'auspicabile coinvolgimento di altri gruppo i INFN nel seguito.

**Mazziotta** concorda con quanto affermato da De Mitri, in particolare sul coinvolgimento di altri gruppi e ritiene che approvare DAMPE non entri in conflitto con altri esperimenti nascenti nel campo perché in questo caso non stiamo finanziando la costruzione del rivelatore o la missione.

Il **Presidente** ritiene estremamente apprezzabile il riconoscimento di competenze tecnico-scientifiche specifiche all'INFN da parte di una comunità internazionale che si è concretizzato in un finanziamento del genere. Invita coloro che sono interessati al progetto ad esprimersi nei prossimi mesi e in particolare in occasione della compilazione delle anagrafiche per i Preventivi 2014 a luglio. D'altro canto per anni le attività spaziali sono state finanziate con fondi esterni ASI e questo progetto si aggiunge a questa ottica sfruttando altri investimenti. **Mussa** interviene riportando le perplessità avanzate dai referee sull'orbita polare scelta dalla missione e sottolineando che è un aspetto da approfondire.

Alla fine della discussione la Commissione II delibera di appoggiare l'iniziativa DAMPE, invierà un messaggio alla Giunta Esecutiva esprimendo formalmente il proprio sostegno e domanda agli organi centrali dell'INFN e ai proponenti i prossimi passi formali d'obbligo la sigla del Memorandum of Understanding.

Non ci sono altre questioni da discutere.

Dopo di ciò, esaurito l'ODG, la Riunione si scioglie alle ore 11:30.

Della riunione si redige il presente Verbale costituito da n. 51 pagine.